



**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**

Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik

JAHRESBERICHT **2007**



Institut für Halbleiter- und Mikrosystemtechnik

In Deutschland ist AMD einer der größten internationalen Investoren des vergangenen Jahrzehnts. AMDs Engagement in Dresden hat dazu beigetragen, die Region als führendes Zentrum der Mikroelektronik in Europa zu etablieren.

In den technologisch und fertigungstechnisch führenden Halbleiterwerken Fab 30/38 und Fab 36 produziert AMD seine erfolgreichen Prozessor-Familien für Desktop- und Mobile Anwendungen, Server und Workstations.

Fab 38, AMDs neueste Investition in Dresden, entsteht durch eine grundlegende Neugestaltung des bisherigen 200 mm-Werkes Fab 30. 2008 wird Fab 38 bereits zur flexiblen Kapazitätserweiterung am Standort Dresden beitragen.



Im Zuge dieses Projektes hat AMD bereits ein weiteres Reinraumgebäude für Bump- und Testaktivitäten in Betrieb genommen.

Im Dresden Design Center, dem europäischen Zentrum von AMDs Produktentwicklung, entstehen intelligente Technologien von morgen.

Das 2006 gegründete Operating System Research Center unterstützt den Entwurf künftiger Prozessoren und die weitere Entwicklung von Linux.

Derzeit arbeiten rund 3.000 hochqualifizierte Ingenieure, Techniker und Spezialisten in den beiden Mega-Fabs sowie den Kompetenzzentren von AMD in Dresden.

Studieren Sie eine der genannten Studienrichtungen?

Wenn Sie unsere Teams als Student/-in unterstützen wollen, senden Sie uns Ihre Bewerbung an:

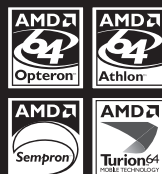
jobs@amd-jobs.de

		Verfahrenstechnik	Technische Informatik
	Nachrichtentechnik	Feinwerktechnik	Mechatronik
Werkstoffwissenschaften	Physik	Elektrotechnik	Chemie

Gestalten Sie
Ihren Berufseinstieg
mit AMD.

AMD Saxony LLC & Co. KG
Ihre Bewerbung senden Sie bitte
per E-Mail an:
jobs@amd-jobs.de

Weitere Informationen finden
Sie auf unserer Website:
www.amd-jobs.de





J A H R E S B E R I C H T 2007

ANNUAL REPORT 2007

**Institut für Halbleiter- und Mikrosystemtechnik
der Technischen Universität Dresden**

**Semiconductor and Microsystems Technology Laboratory
Dresden University of Technology**

Anschrift/Address:

**Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik
Institut für Halbleiter- und Mikrosystemtechnik
01062 Dresden**

Telefon: (0351) 463 - 35468

Fax: (0351) 463 - 37172

johann.bartha@tu-dresden.de

Dienstgebäude/Office: 01187 Dresden
Nöthnitzer Str. 64
MIERDEL-Bau

Vorwort



Sehr geehrte Leser unseres Jahresberichtes 2007,

Mikro-, Nano- und Optotechnologie und deren Anwendung in Halbleiter- und Mikrosystemtechnik haben in Dresden eine große Bedeutung. Für eine Universität mit ingenieurwissenschaftlicher Tradition ergibt sich eine Verpflichtung, in Forschung und Lehre an der Weiterentwicklung dieser Themen mitzuwirken. Einen besonderen Reiz übt dabei die Interdisziplinarität aller Bereichen aus, ob es sich um methodische Aspekte handelt (Selbstorganisation der Materie in Biologie, Materialwissenschaft, Nanotechnologie, ...) oder die Anwendung der Technologien in den verschiedenen Feldern (Elektronik, Medizin, Energie,...).

Der Gedanke, komplementäre Fachgebiete zusammenzubringen, ist ein Wesenszug des IHM. Optoelektronische Bauelemente und Systeme, Mikrosystemtechnik und Halbleitertechnik, vereinigt in einem Institut, bilden einen kompetenten Rahmen für die Bearbeitung komplexer Probleme.

Dieser Jahresbericht möchte Ihnen einen Einblick vermitteln über die bearbeiteten Projekte im vergangenen Jahr. Wir freuen uns auch darüber, wenn Sie dies zum Anlaß nehmen würden, über eine Kooperation mit dem IHM nachzudenken. Sie finden viele nützliche Informationen zu den Kompetenzfeldern des IHM im Kapitel 2 dieses Jahresberichtes.

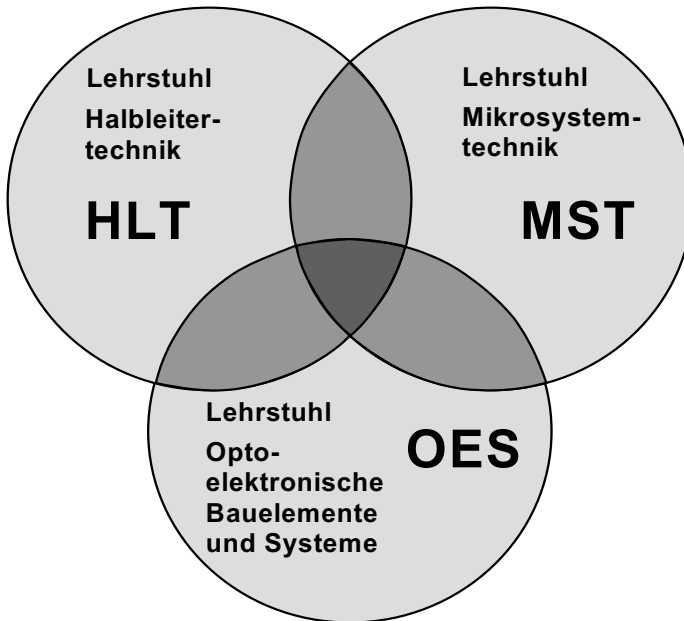
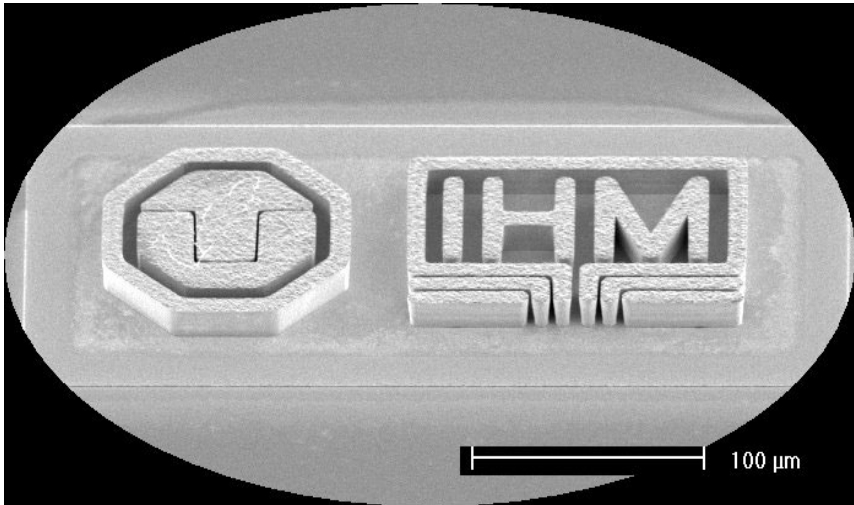
Im vergangenen Jahr konnte ich an dieser Stelle über die Gründung der NaMLab gGmbH berichten, einer gemeinsamen Forschungsgesellschaft der Qimonda Dresden und der TUD. Inzwischen ist das neue Gebäude dieser gGmbH in unmittelbarer Nachbarschaft zu unserem Reinraumlabor fertiggestellt und die Installation der gerätetechnischen Ausstattung ist in vollem Gange. Wir freuen uns sehr darauf, neue Herausforderungen gemeinsam zu bearbeiten.

Im Jahr 2007 ist der Betrieb des Reinraumlabors vollständig hochgefahren worden. In diesem Zusammenhang möchte ich auch auf eine Neuerung in unseren Webseiten (www.ihm.tu-dresden.de) aufmerksam machen. Gleich auf der Startseite finden Sie einen Link zu einer virtuellen Reinraumtour. Hier können Sie bequem am Computer einen Rundgang durch das Labor unternehmen!

Ich wünsche Ihnen viel Vergnügen und aufschlußreiche Momente beim Studium unseres Jahresberichtes 2007!

Prof. Dr. rer. nat. Johann W. Bartha
Institutsdirektor

INSTITUT FÜR HALBLEITER- UND MIKROSYSTEMTECHNIK



INHALTSVERZEICHNIS / CONTENTS

Seite/Page

1. Institutsstruktur / Organization	5
1.1 Institutsleitung / Laboratory Management	5
1.2 Professur "Halbleitertechnik" / Chair for Semiconductor Technology	5
1.3 Professur "Mikrosystemtechnik" / Chair for Microsystems Technology	6
1.4 Professur "Optoelektronische Bauelemente und Systeme" / Chair for Optoelectronic Devices and Systems	6
2. Forschungsgebiete, Kompetenzen und Laboratorien / Research Areas, Competences and Laboratories	8
2.1 an der Professur Halbleitertechnik	8
2.2 an der Professur Mikrosystemtechnik	26
2.3 an der Professur Optoelektronische Bauelemente und Systeme	36
2.4 Reinraumgebäude am MIERDEL-Bau	39
2.5 Gemeinsame Forschungsaktivitäten von TU Dresden (IHM) und Quimonda Dresden im NaMLab	40
3. Lehre / Education	42
3.1 Ausbildung am IHM / Microelectronic Studies	42
3.2 Lehrveranstaltungen / Lectures	43
3.3 Schüler-, Studien- und Diplomarbeiten 2007 / Scholar Project Reports, Students Project Reports and Diploma Theses 2007	46
3.4 Weiterbildungen	48
4. Gegenwärtige Forschungsprojekte / Current Research Projects	50
4.1 an der Professur Halbleitertechnik	50
4.2 an der Professur Mikrosystemtechnik	76
4.3 an der Professur Optoelektronische Bauelemente und Systeme	98
5. Publikationen / Publications	112
6. Mitarbeit in Gremien / Cooperation in Committees	118

1. Institutsstruktur / Organization

1.1. Institutsleitung / Laboratory Management

Fax. (0351) 463-37172

Geschäftsführender Leiter/Institutsdirektor / Head of the Laboratory

Prof. Dr.rer.nat. Johann Wolfgang Bartha

Tel. 463-35468

Professuren / Chairs

Johann Wolfgang Bartha

Prof. Dr.rer.nat.

Tel. 463-35292

Halbleitertechnik / Semiconductor Technology

Fax. 463-37172

Wolf-Joachim Fischer

Prof. Dr.-Ing.habil.

Tel. 463-37504

Mikrosystemtechnik / Microsystems Technology

Fax. 463-37021

Hubert Lakner

Prof. Dr.-Ing.

Tel. 463-39733

Optoelektronische Bauelemente und Systeme /

Optoelectronic Devices and Systems

Fax. 463-39734

Instituts-Oberassistent / Laboratory Senior Assistant

Christian Wenzel

Dr.rer.nat.

Tel. 463-36413

Sekretariat / Secretary

Regine Pfennig

Tel. 463-35468

1.2 Professur Halbleitertechnik / Chair for Semiconductor Technology

Durchwahl:

Leiter / Head:

Johann Wolfgang Bartha

Prof. Dr.rer.nat.

35292

Sekretariat / Secretary:

Regine Pfennig

35468

Emeritus:

Kurt Drescher

Prof.Dr.-Ing.habil. i.R.

35161

Wissenschaftliche Mitarbeiter / Scientific Staff:

Albert, Matthias

Dr.-Ing.

36412

Klaus, Christoph

Dr.-Ing.

36418

Künzelmann, Ulrich

Dr.rer.nat.

36409

Wenzel, Christian

Dr.rer.nat.

36413

Technische Mitarbeiter / Technical Staff:

Bendlin, Marion

36425

Hiemann, Egbert

Dipl.-Ing. (FH)

36432

Hiess, André

Dipl.-Ing. (FH)

36407

Forschungsmitarbeiter (Drittmittelfinanzierung) / Research Staff:

Estel, Kathrin

Dipl.-Chem.

33092

Hiemann, Heidrun

36407

Hoffmeister-Wiegel, Mario

33817

Hoßbach, Christoph

Dipl.-Ing.

36424

Jahn, Andreas

Dipl.-Phys.

36425

Kellner, Eckehard

32074

Knaut, Martin

Dipl.-Ing.

33817

Kubasch, Christoph (ab 15.09.07)

Dipl.-Ing.

32448

Luther, Rainer

Dipl.-Ing.

36409

Merkel, Ulrich	Dipl.-Phys.	36411
Nobis, Christian	Dipl.-Ing.	36411
Richter, Karola	Dr.-Ing.	36424
Ritter, Zulfija		36432
Rößler, Thorsten	Dipl.-Phys.	33151
Schmidt, Daniela	Dipl.-Ing.	36418
Schumacher, Henrik (ab 01.11.07)	Dipl.-Ing.	32448
Strehle, Steffen	Dr.-Ing.	36335
Strobel, Carsten	Dipl.-Ing.	33151
Trumpaicka, Nadezda (ab 01.08.07)		33092
Viehweger, Kay (ab 15.08.07)	Dipl.-Ing.	36407
Wauenschk, Sylvia	Dipl.-Chem.	33092
Wojcik, Henry	Dipl.-Ing.	36335

1.3 Professur Mikrosystemtechnik / Chair for Microsystems Technology

Durchwahl:

Leiter / Head:

Fischer, Wolf-Joachim	Prof. Dr.-Ing.habil.	37504
-----------------------	----------------------	-------

Sekretariat / Secretary:

Kunz, Kerstin		36336
---------------	--	-------

Wissenschaftliche Mitarbeiter / Scientific Staff:

Adolphi, Barbara	Dr.rer.nat.	36337
Marschner, Uwe	Dr.-Ing.	35399
Pfeifer, Günther	Prof. Dr.-Ing.habil.	32205
Plötner, Matthias	Dr.-Ing.	36433
Stab, Helmut	Dr.rer.nat.	34939

Technische Mitarbeiterin / Technical Staff:

Chares, Adelheid	Dipl.-Ing. (FH)	34375
------------------	-----------------	-------

Forschungsmitarbeiter (Drittmittelfinanzierung) / Research Staff:

Berger, Olena	Dr.rer.nat.	36414
Bertram, Marion	Dr.rer.nat.	36450
Hauptenbuchner, Barbara	apl. Doz. Dr.-Ing.	42170
Kirchner, Robert	Dipl.-Ing.	32653
Landgraf, René	Dipl.-Ing.	32653
Li, Fei	Dipl.-Ing.	36450
Richter, Stefan	Dipl.-Ing.	36440
Schlenker, Lars	Dipl.-Ing.	34501
Starke, Eric	Dipl.-Ing.	32253
Ulbricht, Bernd	Dipl.-Ing.	36406

1.4 Professur Optoelektronische Bauelemente und Systeme / Chair for Optoelectronic Devices and Systems

Durchwahl /:
E-Mail-Adr.:

Leiter / Head:

Lakner, Hubert

Prof. Dr.-Ing.

39733

Wissenschaftliche Mitarbeiter / Scientific Staff:

Knobbe, Jens (bis 04.2007)

Dr.rer.nat.

Jens.Knobbe@ipms.fraunhofer.de

Köpp, Eva-Maria

Dipl.-Ing.

39732

Technische Mitarbeiter / Technical Staff:

Knoblauch, Hans-Jürgen

Dipl.-Ing. (FH)

39735

Neugebauer, Margit

Dipl.-Ing.

35121

Forschungsmitarbeiter (Drittmittelfinanzierung) / Research Staff:

Conrad, Holger

M.Sc.

Holger.Conrad@ipms.fraunhofer.de

Duzynski, Michal

Dipl.-Ing.

Michal.Duzynski@ipms.fraunhofer.de

Gil, Tae Hyun

M. Sc.

Tae-Hyun.Gil@ipms.fraunhofer.de

Hofmann, Michael

Dipl.-Phys.

Michael.Hofmann@novaed.com

Jung, Denis

Dipl.-Ing.

Denis.Jung@ipms.fraunhofer.de

Messerschmidt, Mathias (ab 05.2007)

Dipl.-Ing. Mathias.Messerschmidt@ipms.fraunhofer.de

Schaulin, Michael

Dr.-Ing.

Michael.Schaulin@ipms.fraunhofer.de

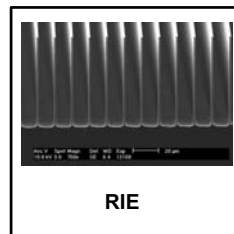
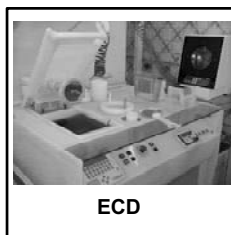
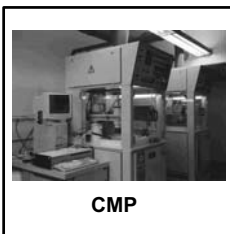
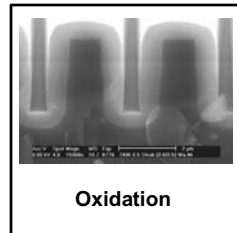
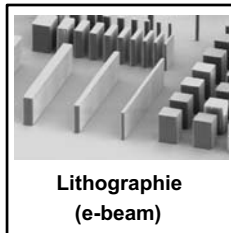
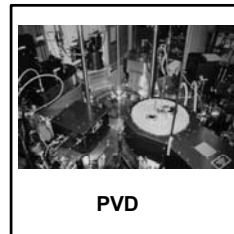
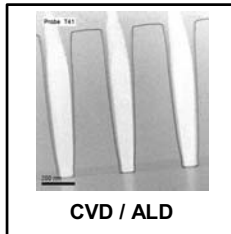
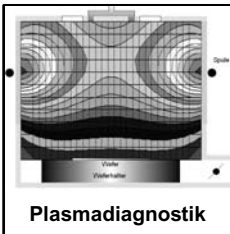
Schmidt, Christian

Dipl.-Ing.

Christian.Schmidt@ipms.fraunhofer.de

2. Forschungsgebiete, Laboratorien und Kompetenzen /
Research Areas, Laboratories and Competences
- 2.1 Forschungsgebiete, Laboratorien und Kompetenzen an der Professur
Halbleitertechnik

Übersicht



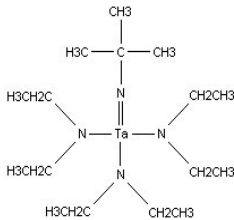
Forschungskompetenz

Atomic Layer Deposition (ALD) und Chemical Vapor Deposition (CVD)

Aufgabenbereich CVD: Herstellung von SiO-, SiN- und SiON bzw. TEOS-Schichten zur elektrischen Isolation, als Hilfsschichten und für funktionale Aufgaben, wie Membranen

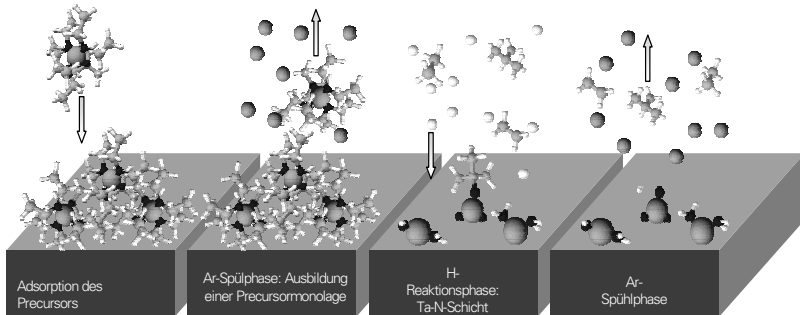
Aufgabenbereich ALD: Herstellung von metallischen Diffusionsbarrieren auf Ta-Basis für Graben- und Via-Strukturen mit hohem Aspektverhältnis und Elektrodensystemen
Herstellung von Schichten auf Hf-Basis für Isolatoren und optische Anwendungen

Stoffgruppen für die Metall-ALD: TaCl₅ + H₂; TBTDET + H₂; TBTDET + NH₃

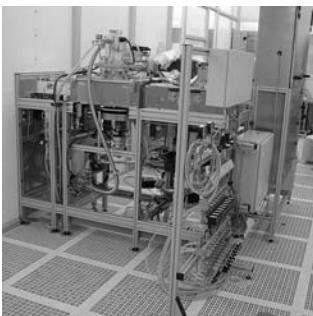


TBTDET: Tertiary Butylimide of Tantalum(V)-tris-diethylamide

Prozeßbeschreibung:



Anlage: ALD – Cluster mit in situ XPS/AFM/STM Analysesystem:

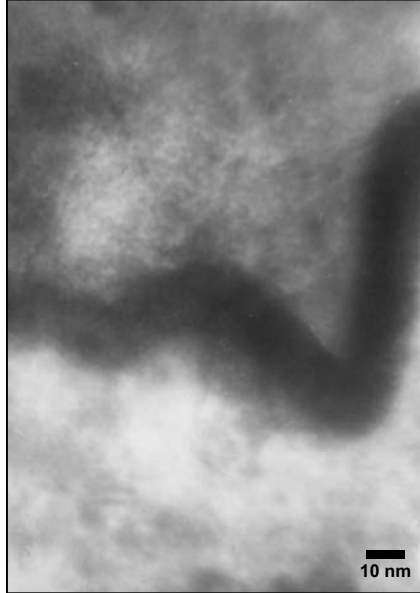


ALD-Beschichtungsanlage mit Handler und Eingabe-Station (ohne Analysensysteme)



XPS/AFM/STM Analysesystem (angeflanscht an die Handlerkammer)

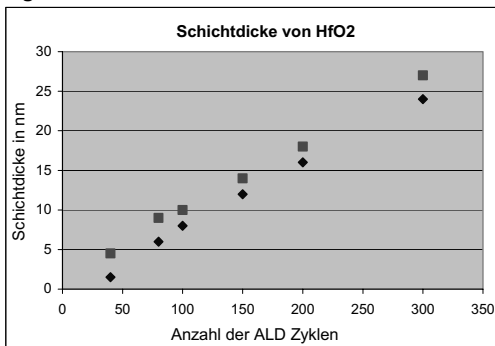
Ergebnis: Ta(N) Elektrode in Trench-Strukturen mit einem Aspektverhältnis von ca. 25



Stoffgruppe für die HfO_2 – ALD: $\text{HfCl}_4 + \text{H}_2\text{O}$

Prozessbeschreibung: HfCl_4 – Argon – H_2O - Argon

Ergebnisse:



Zusammensetzung:

- C1s: 18,7 %
- O1s: 49,8 %
- F1s: 3,8 %
- Hf4f: 27,7 %

Forschungskompetenz Physical Vapor Deposition

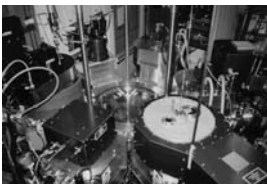
Verfahren

Elektronenstrahlverdampfen



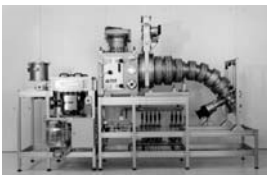
Electron Beam Evaporation

Magnetronsputtern



Magnetron Sputtering

Vakuumbogenverdampfen



Pulsed High Current Arc Deposition

Lasergestützte Dünnschichtablation



Pulsed Laser Deposition

Materialien

Edelmetalle
Au, Pt, Ag
Leiterwerkstoffe
Cu, Ni, Pd,
Lotwerkstoffe
Sn, Pb, Sb, In, Bi
Legierungen
NiCr
Isolatoren
WO₃

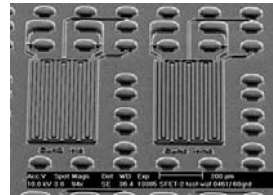
Diffusionsbarrieren
Ta, TaN, TaSiN,
CrNi, Ti, TiN,
WTiN
Leiterwerkstoffe
Cu, Al, AlSi1,
AlSiCu,
Kontaktwerkstoffe
Ti, Co
Isolatoren
Ta₂O₅,
Ta₂O₅/SiO₂

Diffusionsbarrieren
Ta, TaN
Kupferkeimschicht
(seed layer)
Kooperation mit
FhG IWS Dresden

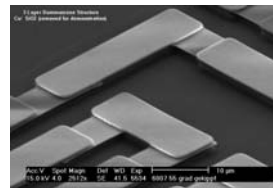
Diffusionsbarrieren
Ta, TaN
Nb, Cu

Kooperation mit
NICTL Moskau

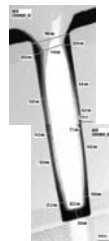
Anwendungen



Dünnschichtverdrahtung,
Rückseitenmetallisierung, Lotbumps
für Flip Chip, Elektroden



Diffusionsbarrieren für Cu-Chip-
verdrahtung, Seedlayer für Cu-
Galvanik, Unterbumpmetallisierung,
Ohmsche Kontaktierung von Si,
Metallisierung von Bauelementen



Herstellung von
Diffusionsbarriere und
Kupfer-Keimschicht für
eine strukturkonforme
Beschichtung von
Strukturen mit hohem
Aspektverhältnis
(DE 19621855C2)

Grundlagenuntersuchungen
zur Charakterisierung der
Emissionsflamme und einer
möglichen Einflussnahme auf das
energetische Spektrum der Ionen
und einer entsprechenden
Droplet-Filterung

(s.a. bei Förderprojekten)

Forschungskompetenz

Reaktives Ionenätzen (RIE)

Das reaktive Ionenätzen wird am IHM zur Strukturierung von Silizium, organischen und anorganischen Dielektrika, metallischen Barrierematerialien auf Ti- oder Ta-Basis und zum Ätzen von Polymeren für mikroelektronische Anwendungen genutzt.

Anlage:

RIE-Diodenreaktor als Bestandteil einer Mehrkammerbearbeitungsanlage (Cluster Tool) der Firma Surface Technology Systems (STS) Inc., GB

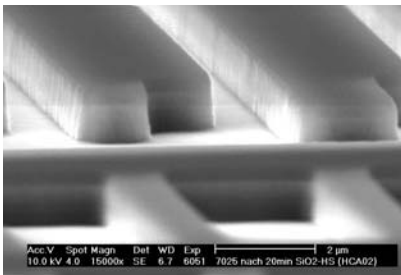
Wesentliche Bestandteile:

- Reaktorkammer aus Aluminium
- Vakuumpumpensystem, bestehend aus Drehschieber- und Turbomolekularpumpe
- Gassteuersystem
- 2 HF-Generatoren, da sowohl im RIE- als auch im PCE-Modus gearbeitet werden kann, Maximalleistung $P_{\max} = 1 \text{ kW}$ bzw. 300 W, Frequenz $f = 13,56 \text{ MHz}$

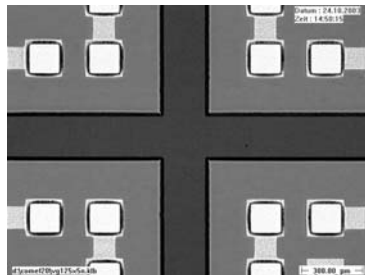
Als Prozessgase stehen N_2 , Ar, O_2 , CF_4 , CHF_3 und NF_3 zur Verfügung.

Anwendungen:

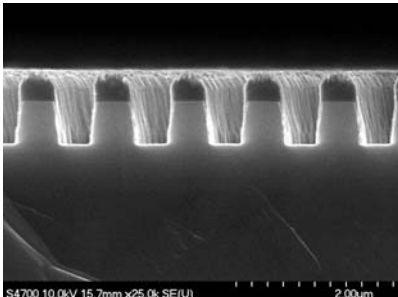
- Strukturierung von Schichtstapeln aus dielektrischen Schichten ($\text{SiN-SiO}_2\text{-SiN}$) zur Öffnung von Kontaktfenstern
- Strukturierung von thermischem SiO_2 zur Erzeugung von Damascene-Strukturen
- Strukturierung oder Rückätzung von Ta- oder Ti-basierten Barrierschichten
- Strukturierung von polymeren Dielektrika wie BCB oder Silk
- Oberflächenbehandlung mit verschiedenen Plasmen zur Veränderung/Verbesserung von Oberflächeneigenschaften (Reinigung, Resiststrippen, Veränderung des Benetzungsverhaltens, Erhöhung der Haftfestigkeit folgender Schichten, ...)
- Erzeugung von Submikrometer-Strukturen in Silizium



Strukturiertes SiO_2 für damascenische-Strukturen



Geöffnete Kontaktfenster



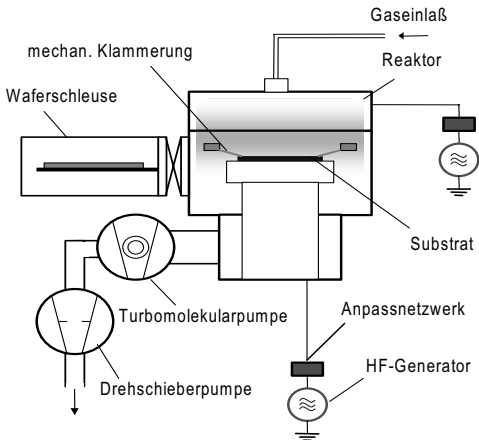
Submikrometerstrukturen in Silizium

Forschungskompetenz

Anisotropic Silicon Etch (ASE) – Reaktives Siliziumätzen

Am IHM wird die Silizium-Tiefenstrukturierung unter Anwendung des von der Firma Surface Technology Systems Inc. (STS), eingeführten sogenannten Advanced Silicon Etch-Prozesses auf der Basis eines patentierten Verfahrens der Firma Bosch durchgeführt. Hauptanwendungsgebiet ist die Strukturierung von Siliziumsubstraten für Bauelemente der Mikrosystemtechnik.

Anlage: Advanced Silicon Etch System (Fa. Surface Technology Systems Inc. (STS), GB)



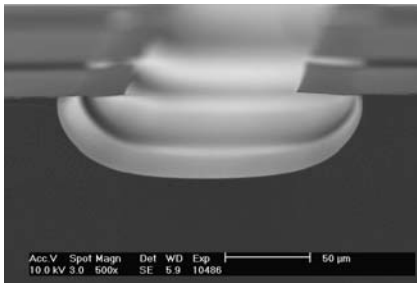
- hochdichte ICP-Plasmaquelle (13,56 MHz, 1 kW)
- Biasfähige Substratelektrode (13,56 MHz, 300 W)
- Prozessgase: SF_6 , C_4F_8 , CF_4 , O_2 , N_2 , Ar
- Heliumrückseitenkühlung

Schematische Darstellung der ASE-Anlage

Ätzprozesse

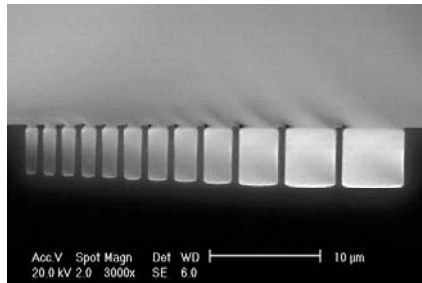
Die folgenden Übersicht zeigt die an der ASE-Anlage durchführbaren Siliziumätzprozesse und die zu erwartenden typischen Ätzergebnisse.

Isotroper Si-Ätzprozess



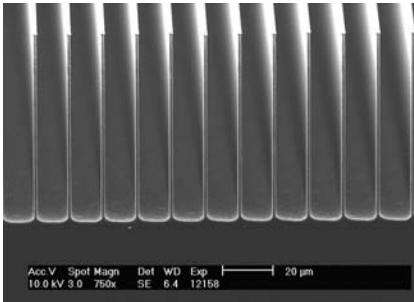
- große Maskenunterätzung
- beliebige Ätztiefen möglich

Anisotroper kontinuierlicher Ätzprozess



- sehr geringe Rauigkeiten
- Ätztiefen bis 20 µm möglich

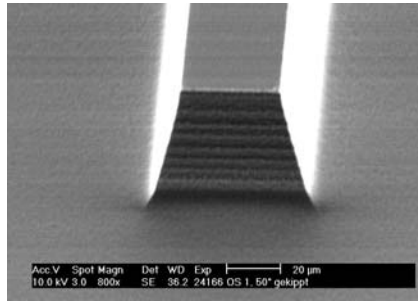
Anisotrope zyklische Ätzprozesse (Bosch-Verfahren)



Alternierende Passivierungs- und Ätzintervalle

- senkrechte Seitenwände
- sehr gute Strukturübertragungsgenauigkeit
- prinzipiell beliebige Äztiefen möglich

Strukturerzeugung mit positivem Ätzprofil (Positive Profile Etching Process)

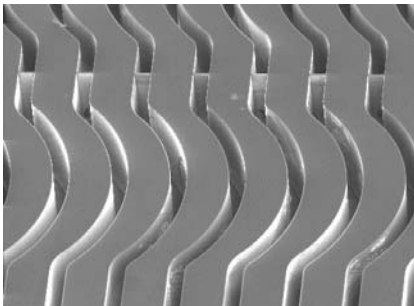


Alternierende Prozessschritte

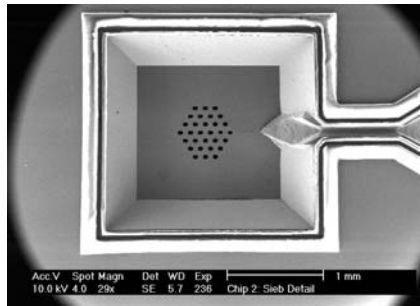
- Definiert einstellbarer Böschungswinkel
- Äztiefen von mehreren 100 µm möglich

Forschungsdienstleistungen (Beispiele)

Siliziumtiefenstrukturierung für mikrofluidische Bauelemente

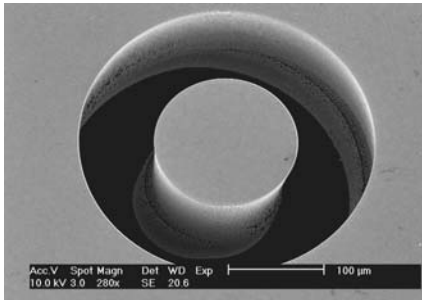
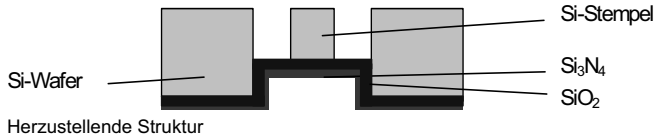


Kanalstruktur

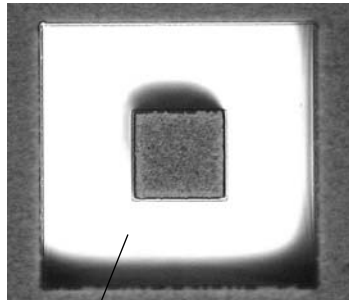


Mikrosieb

Erzeugung mikromechanischer Strukturen mit freier Membran

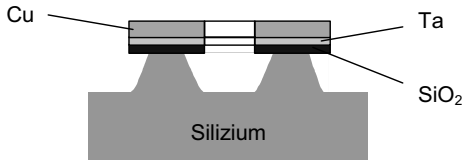


Realisiertes Bauelement

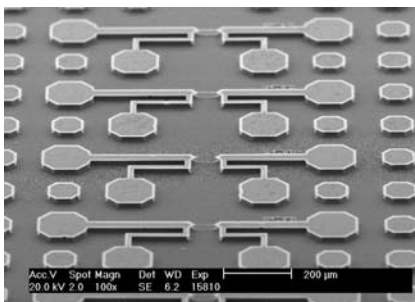


Transparente Membran

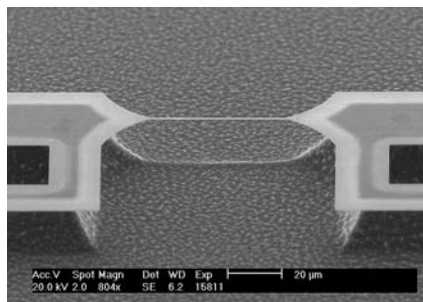
Metallbrückenstrukturen für elektrische Bauelemente oder als Teststrukturen



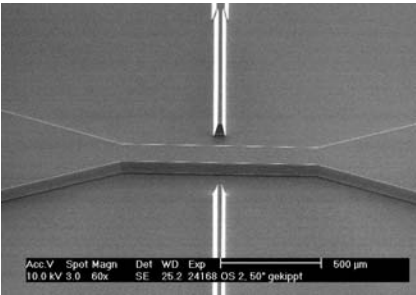
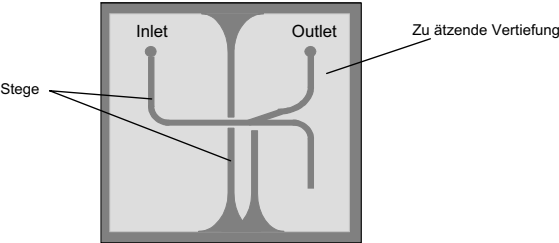
Herzustellende Struktur



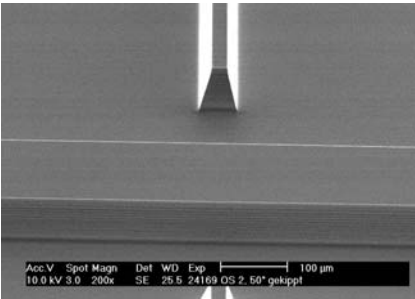
Realisierte Brückenstrukturen



Abformmaster für Polymerteile

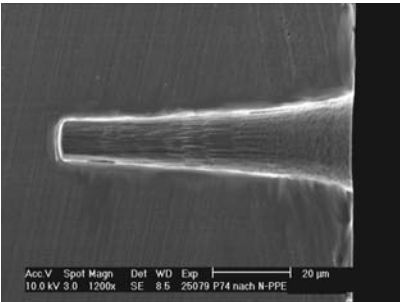


Kreuzungsbereich der Abformstruktur

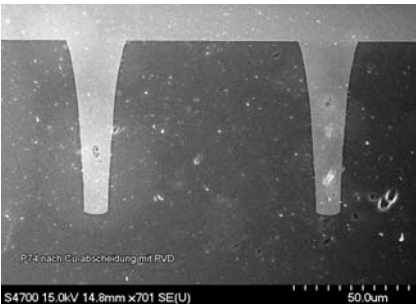
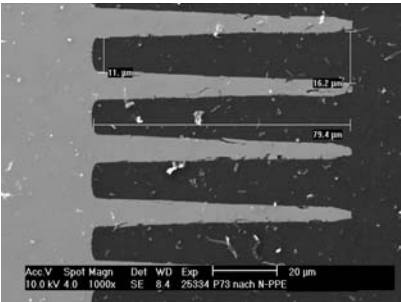


Detailansicht des Kreuzungsbereichs

Sacklöcher für Durchkontaktierungen



Geätzte Sacklöcher mit leicht positivem Ätzprofil



Mit Cu gefüllte Sacklöcher

Forschungskompetenz

Electro-Chemical-Deposition (ECD)



Wafer-Plating-Anlage (RENA)

- 4", 6", 8" Waferbeschichtung
- galvanische Kupferabscheidung
- Kupferprozessmodul als Tilt-Rotationssystem ausgeführt, Anoden-/Kathodenraum getrennt
- Mikrostrukturbearbeitung

galvanische Metallschichten

Kupfer, Nickel, Gold, Silber, Platin, Zinn, Antimon, Palladium, Indium, Blei

Zinn-Blei, Zinn-Silber, Nickel-Phosphor, Zinn-Indium, Zinn-Indium-Wismut

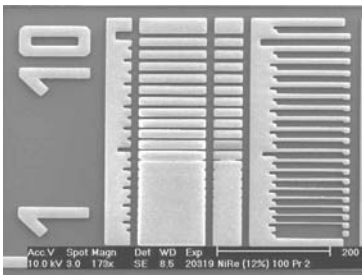
nasschemische Ätzverfahren

Aluminium, Wolfram-Titan, Kupfer, Kobalt, Nickel, Nickel-Chrom,

stromlose Abscheidung

Cu, Ni, NiRe

Bild unten: 5 µm Cu / 200 nm stromlos
NiRe-Barriere (20 % Re) nach
Tempern (0,5 h, 200 °C, N₂/H₂)

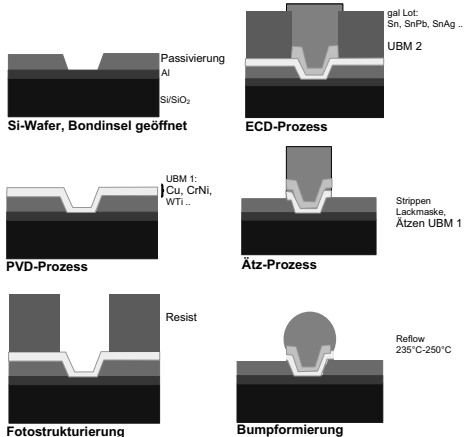


Prozesse

- galvanotechnische Metallabscheidung
- Panel- und Patternplating
- Kupferfülltechnik für Damaszener Strukturen
- Waferbeschichtungen in Laboranlagen
- Bekeimung von Isolatoroberflächen
- fremdstromlose Beschichtungen
- Schichtabtrag durch nasschemisches Ätzen

Flip-Chip-Bumping

Wafer-Level ECD-Etch-Prozess



Reflow-Verfahren zur Formstabilisierung mit kontrollierten Lötprofilen

Schichtanalyse mit Röntgenfluoreszenz

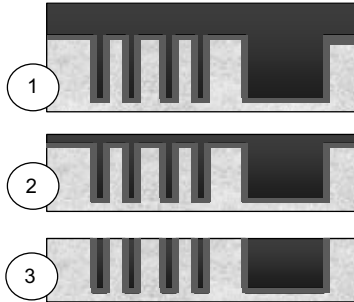
Geometrische Messungen mit Laserprofilometer und Tastschnittgerät

Forschungskompetenz

Chemisch Mechanisches Polieren (CMP)

- Aufgabenbereiche:**
1. Herstellung von Damaszener Strukturen (inlaid) für die Chipverdrahtung auf Basis einer Kupfermetallisierung
 2. Planarisierung von Oxid- und Metallschichten
 3. Dünnen von Substraten

Prozeßbeschreibung:



Ausgangszustand:
Wafer mit Graben-
strukturen, gefüllt mit
Diffusionsbarriere und
Kupfer

1. Schritt: Planarisierung von Cu
2. Schritt: Cu-Politur bis Diffusionsbarriere
3. Schritt: Politur der Diffusionsbarriere

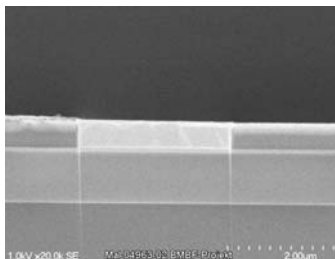
Wirkmechanismen:

Modifizierung der zu polierenden Oberfläche durch die **chemische Aktion** der Slurry. Abtrag der dünnen Oberflächenschicht durch die **mechanische Aktion** der Abrasiv-Partikel und des Pads. Planarisierung erfolgt durch stärkere Einebnung der up-Bereiche im Vergleich zu den down-Bereichen durch die entsprechende Wirkung der Polierparameter auf diese Bereiche. Die Abtragrate und die Selektivität des Abtrages wird beeinflusst durch die chemischen Komponenten der Slurry und durch die mechanischen Eigenschaften der Abrasiva. Somit wirken Auswahl der Abrasiv-Partikel, deren Größe und Verteilung und die Einstellung einer bestimmten Chemie der Slurry wesentlich auf die Poliereffizienz. Bei einem Cu-CMP Prozeß wird z.B. der Schutz der down-Gebiete beim Planarisierungsschritt erreicht. Durch Zusätze eines Inhibitors und die Selektivität zur Barriere bzw. zum Dielektrikum kann durch Komplexbildung und pH verändert werden. Die Politur eines damaszensichen Aufbaus erfolgt im allgemeinen mit einem 2- oder auch Mehrstufen-prozeß.

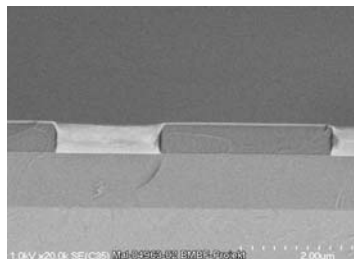


CMP Anlagen vom Typ Megapol, Fa. Presi Frankreich

Ergebnisse:



CMP bis zur TaN-Barriere mit selektiver Cu Slurry



2 µm Cu Struktur nach vollständigem CMP Prozess

Forschungskompetenz Plasmadiagnostik

Aufgabenbereich:

- Grundlagenuntersuchungen zu Plasmaparametern
- Untersuchung der Wechselbeziehung zwischen Plasmaparametern und dem Ergebnis von Schichtätzung bzw. -abscheidung
- Modellierung von Plasmaprozessen mit dem Ziel APC/AEP

Anlagentechnik:

- Diverse Plasmareaktoren für PE-CVD, PE-PVD und RIE

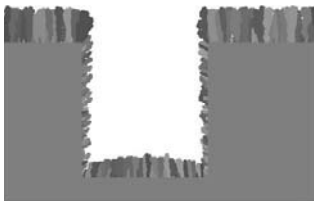
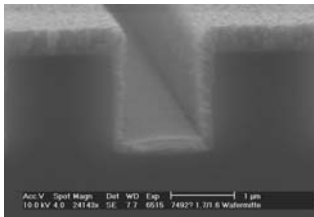
Messmethoden:

- Optische Emissionsspektroskopie (OES)
- Quadrupol-Massen-Spektroskopie (QMS)
- Selbsterregte Elektronen-Plasma-Resonanzspektroskopie (SEERS)
- Schichtdickenmessung mit Tastschnittgerät, AFM bzw. REM

Beispiele:

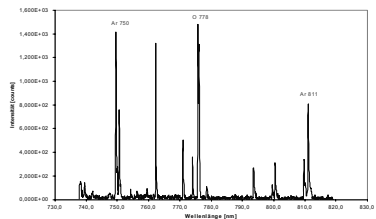
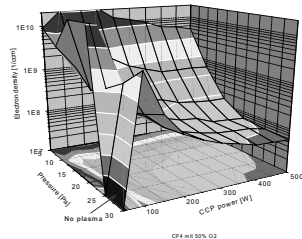
PE-PVD :

Modellierung von Beschichtungsprozessen in Strukturen mit hohem Aspektverhältnis

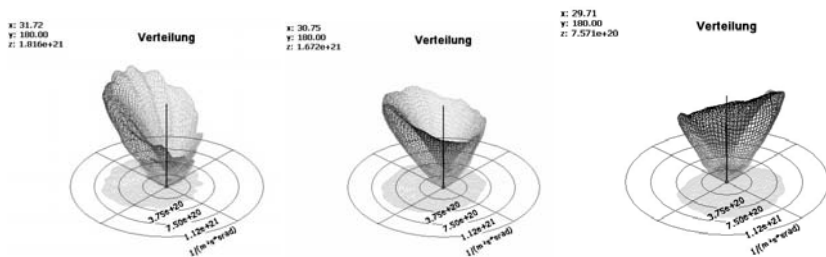


RIE:

Anwendung der OES zur Charakterisierung von Ätzprozessen



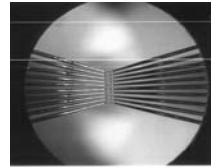
PVD: Messung der Einfallswinkelverteilung des Teilchenstromes am Substrat



Einfallswinkelverteilungen Cu-Sputtern für verschiedene Substratpositionen

Kompetenzbereich

Elektrische Charakterisierung von Schichten, Materialien und Bauelementekomponenten der Mikroelektronik mittels Waferlevelmeßtechnik



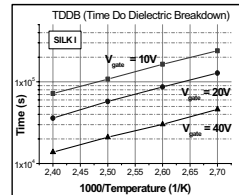
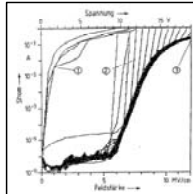
Aufgabenkomplex und Methoden

Charakterisierung von Isolatorschichten

Integritäts- und Zuverlässigkeitsuntersuchungen

E_{Ramp} – Test für Leckstrom- und Durchbruchspannungsmessungen

E_{Konst} / I_{Konst} – Test für **TDDB**- und **Lifetime**– Messung mit Arrhenius-Plot



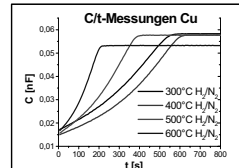
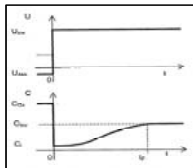
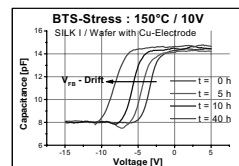
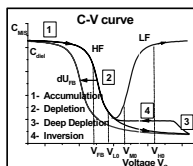
Charakterisierung von Ladungs- und Grenzflächenzuständen im Isolator mittels CV- Meßverfahren

HF-CV @ 100 kHz / 1 MHz,
direktionaler und bidirektionaler Sweep bis 20 V

LF-CV mit Sweepraten <0,001 V/s

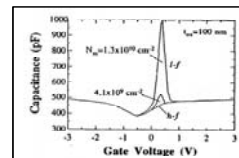
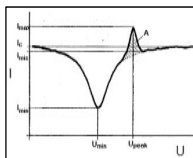
HF CV- BTS zur Ermittlung von Driftraten mobiler Ionen (bis 250 °C)

C-t Meßverfahren zur Ermittlung der Lebensdauer von Ladungsträgern



TVS-Meßverfahren zur Bestimmung mobiler Ionen im Isolator

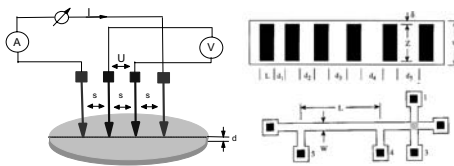
Messung und Auswertung von **Ionenstrompeaks** in Abhängigkeit von der Temperatur



Leitfähigkeitsmessung von Metallschichten, Leitbahnen, van-der-Pauw-Strukturen, Kontaktketten, HL-Kontakten

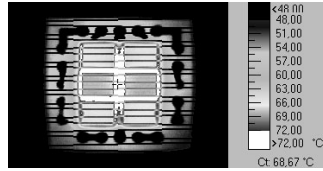
Schichtwiderstand von Metallschichten mit automatischem Vierpunktprober

Leitbahn - und van-der-Pauw Strukturen, Kontaktketten, TLM-Strukturen mit Proben mit Einzeltips und Probecards



DC- Parametertests, Bauelementekennlinien, Parameterextraktion

**Thermografiemessungen an
Mikrostrukturen
(Temperaturverteilung)**



Gerätetechnik

Kontaktierung:

Automat. Waferprober PA200 mit Wafermapping
Analytik-Waferprober PA5
Quecksilbersonde
Koronabeladungskammer für kontaktlosen BTS-Streß bis 2 MV/cm
Switch -System KI 7002 mit Low Current Cards

I-V-Meßtechnik:

Source Measure Units KI236, 237 (110-1100 V)
Sourcemeter KI2420 (bis 3 A)
Elektrometer KI 6517 (Hochohmmeter bis 100 TΩ)

**CV-Meßtechnik:
(einschl. TVS)**

HF-CV-Meter KI590 (100 kHz/1 MHz)
QS- CV-Meter KI595
Elektrometer HP4575 (IV, QS-CV, Uk, Ik)
Präzisions LCR-Meßbrücke HP4284A (10 Hz-1 MHz)

Automatisches Schichtwiderstands- Mapping- System CDE ResMap 178

Thermographiemeßsystem mit Infrarotkamera (LN₂ gekühlte Q-Sensormatrix)

Auflösung 100 µm / 0,1 sec

Meßsoftware:

Testpoint, Metrics-ICS
Applikationen: C-V / C-t / TVS / GOI / WLR

Kompetenzbereich

Fotolithografie

Aufgaben und Leistungen:

- Strukturübertragung auf Si-, SiO₂-, SiN-, Polymer- und Metallschichten zum nachfolgenden nass- bzw. trocken-chemischen oder auch physikalischen Materialabtrag
minimale Strukturgrößen: 0,4 µm
- Herstellung von Lift-off-Strukturen für Metalldicken bis 3000 nm, Aspektverhältnis ≥ 1 , minimale Strukturgröße 0,8 µm
- Resistmasken für galvanische Abscheidung (ECD) bis 100 µm dick
Aspektverhältnis $\geq 8 : 1$
- Beidseitige Strukturierung der Wafer bzw. beliebiger Substrate
(Lagefehlerdifferenz <10 µm)

Materialien:

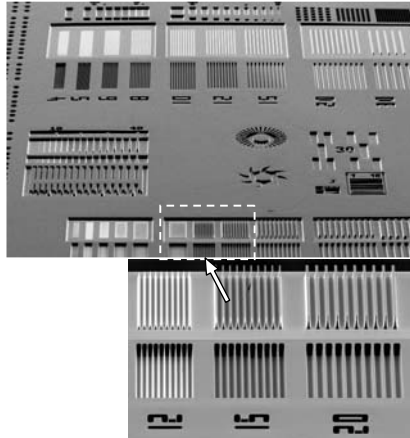
- Diverse Positiv-, Negativ- und Umkehrresiste, photosensitives Polyimid und BCB,
- Flüssig- und Festresiste, Spezialresiste für Sonderanwendungen (z.B. erhöhte Ätzresistenz)
- Beschichtung mittels Spin-on, Tauchen und Ziehen oder Laminieren

Anlagentechnik:

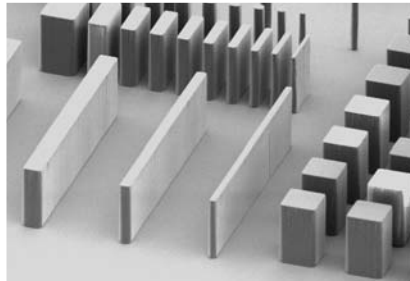
- Spin-on-Beschichter, Fa. CONVAC
- Spin-on-Beschichter mit GYRSET®-Prinzip, Fa. Suess
- SVG - Resistcoater Model 8626 PC/8636 HPO
- MaskAligner AL-6, Fa. Electronic Visions
- Sprühentwickler Fa. CONVAC

Wafergröße:

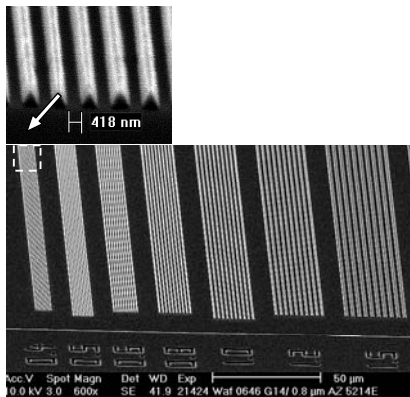
- 3", 4", 5", 6" (8")



Fotolithografische Maske für ECD-Schichten bis 100 µm Schichtdicke



Negativlack SU-8 zur Herstellung von Strukturen mit hohem Aspektverhältnis



RIE-Ätzmaske mit Positivresist AZ 5214E

Forschungsdienstleistung

Mikrodrahtbeschichtung

Zielstellung

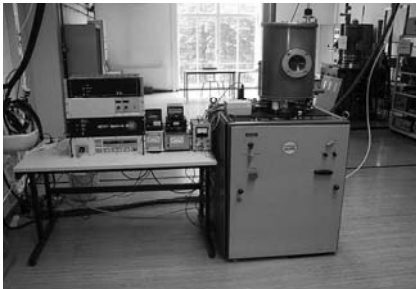
Beschichtung von Gold-Bonddrähten mit Al (Schichtdicke 10 - 50 nm)

Beschichtung von Gold- und Kupfer-Bonddrähten mit Al (Schichtdicke 10 - 50 nm)

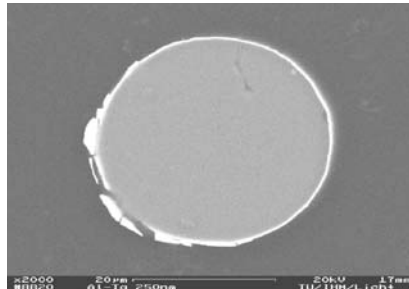
- Verbesserung der Bondbarkeit nach dem Ultraschall-Verfahren im Wedge-/Wedge-Prinzip bei Raumtemperatur
- Patentiertes Verfahren (Patent-Nr. DE 42 32 745 C 2 der TU Dresden)
- Ersatz von Aluminium-Draht durch Gold-Draht (bessere elektrische und mechanische Eigenschaften, Kontaktsystem Au/Au möglich)
- Bei der Beschichtung von Kupferdraht verbessert das Aluminium nicht nur entscheidend die Bondbarkeit, sondern dient auch als Oxydationsschutz für den Draht

Anlage

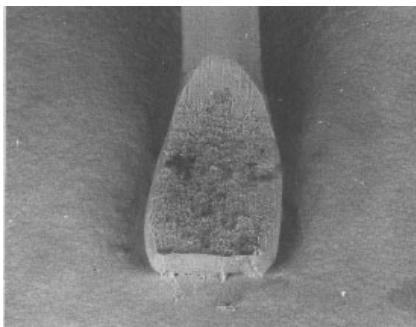
- Pumpstand: B30 (Drehschieberpumpe, Turbomolekularpumpe Leybold)
Basisvakuum: 10^{-3} Pa
- Stromversorgung: DC-Generator ADL TS 15, 1.5 kW
Pulseinheit Advanced Energy Sparcle 20
- Spuleinheit: Drahtdurchmesser bis 50 μ m
Doppelflanschspulen (2" Durchmesser, 1" Breite)
max. Drahtlänge je Charge 100 m
- Target: Al-Rohrtarget, Durchmesser 22 mm
Leistung 150 W, Abscheiderate 15 nm/(min·m)



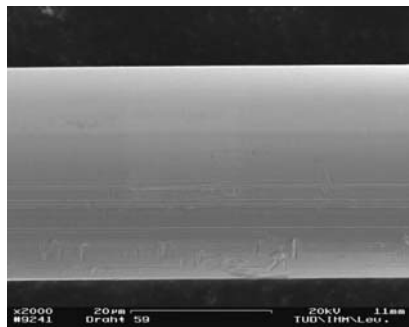
Experimentalanlage



Draht mit 250 nm Beschichtung - Querschliff



Bondkontakt mit Al-beschichtetem Golddraht



beschichteter Draht - Oberfläche

Forschungsdienstleistung

Oxydation von Silizium

Am IHM stehen 2 Verfahren zur thermischen Oxydation von Silizium-Wafern zur Verfügung:

- Trockenoxydation:

Durchführung: 100 °C; reiner Sauerstoff
realisierte Oxiddicken: 30 - 150 nm

- H₂O-Oxydation:

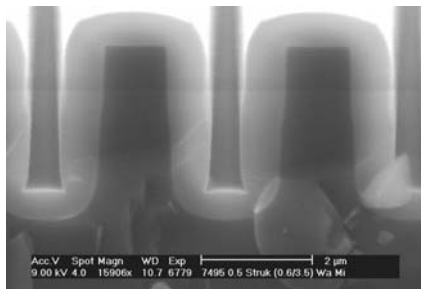
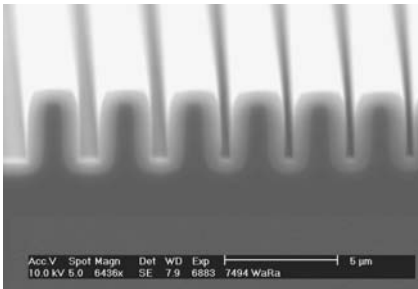
Durchführung: 1000 °C; H₂O-Dampf mit Stickstoff als Trägergas
realisierte Oxiddicken: 500 - 2000 nm

Anlagen:

- Oxydationsanlage vom Typ TMX 9002 der Firma Thermco Systems Inc. Kalifornien, USA
Mit der Anlage können 4"- und 6"-Wafern oxidiert und getempert werden. Dazu können Temperaturprofile mit Arbeitstemperaturen von 20 °C bis 1050 °C eingestellt werden.
- Temperofen DA 62

Anwendungen:

- Dünne SiO₂-Schichten (bis 140 nm) als Basis für den Aufbau von Metallstrukturen
- Dicke SiO₂-Schichten (bis 1300 nm) als Dielektrikum für damaszenische Strukturen bzw. als Hilfsschichten für Lithografie, RIE-Strukturierung und Maskierungen



Anwendungsbeispiel: Si-Oxydation zur Minimierung von Grabenbreiten

Forschungsdienstleistung

Trennschleifen

Vorhandene Ausrüstungen:

- Automatic Dicing Saw DAD 2H/6T (Disco)
- Automatic Cleaning System DSC 6 (Disco)
- Wafer Mounter (Alphasem)

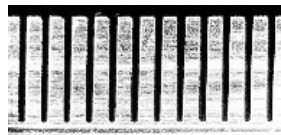
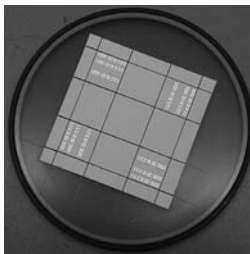


Parameter:

- Maximale Substratabmessungen: 152,4 mm Durchmesser bzw. 105 mm Kantenlänge
- Maximale Materialdicke: 3 mm
- Mögliche Genauigkeit: $\pm 5 \mu\text{m}$
- Schnittbreiten: $30 \mu\text{m}$ - $400 \mu\text{m}$

Bearbeitete Materialien:

Silizium, Ferrit, Glas, Quarz, Saphir, Keramik, Galliumarsenid, Lithiumniobat

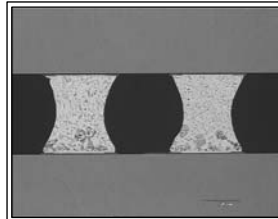


2.2 Forschungsgebiete, Laboratorien und Kompetenzen an der Professur Mikrosystemtechnik

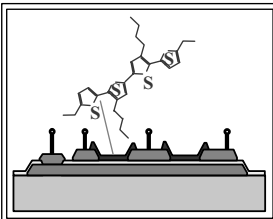
Übersicht



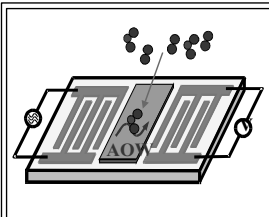
Werkstoff- &
Oberflächenanalytik



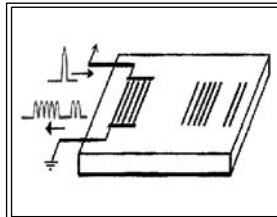
Metallografie &
Zuverlässigkeitstestung



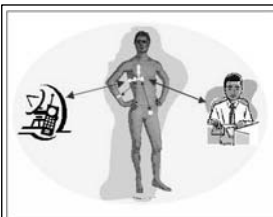
organische Elektronik &
Elektronik auf Plastik



Gassensorik



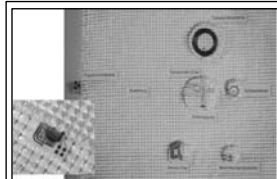
fernabfragbare
SAW-Sensoren



medizinische
Sensorsysteme



Sensorsignalverarbeitung
& intelligente Systeme



Elektromechanische
Systeme

Kompetenzbereich

Rasterelektronenmikroskopie und Oberflächenanalytik

Die Erfahrungen und Ausrüstungen werden zum einen begleitend zur Entwicklung von Bauelementen der Gassensorik, der organischen Elektronik und von SAW-Bauelementen eingesetzt (s.u.).

Zum anderen steht das Potential der Labore Kooperationspartnern des Instituts bei der Lösung projektbezogener Aufgaben sowie in Dienstleistungen zur Verfügung.

Besondere Erfahrungen liegen zu nachstehenden Schwerpunkten vor:

Die Kombination von lichtoptischen und elektronenoptischen Untersuchungen erlaubt es, die lateralen und auch vertikalen Strukturen verschiedenster Werkstoffe und Materialverbunde bis in Dimensionen von 2 - 3 nm zu charakterisieren.

Durch die Kombination von EDR, AES und XPS können quantitative chemische Analysen von Probenbereichen von 3 nm bis 2 μm Tiefe bei lateralen Dimensionen von 100 nm bzw. 10 nm angefertigt werden. Gibt es keine hohen Anforderungen an die laterale Strukturauflösung, können mit XPS auch Aussagen über chemische Bindungen getroffen werden.

Ein besonderer Erfahrungsbereich ist die Analytik von organischen Werkstoffen. Self assembly layer wurden erfolgreich mit XPS hinsichtlich chemischer Anbindung und Orientierung zur Unterlage charakterisiert. Für Werkstoffe der organischen Elektronik werden XPS-Messungen am Valenzband zur Aufklärung der elektronischen Struktur durchgeführt. Es liegen auch Erfahrungen vor, diese organischen Materialien durch Tiefenprofilanalytik auf ihre Reinheit über größere Dickenbereiche zu untersuchen.

Folgende Untersuchungen werden vorgenommen:

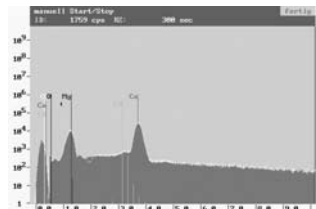
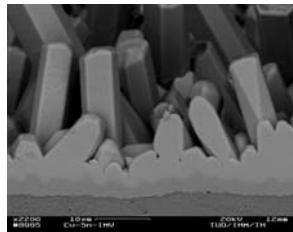
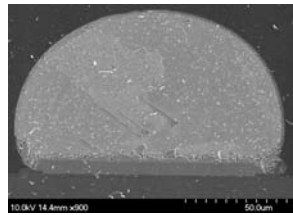
Rasterelektronenmikroskopie mit energiedispersiver Röntgenanalyse (EDR)



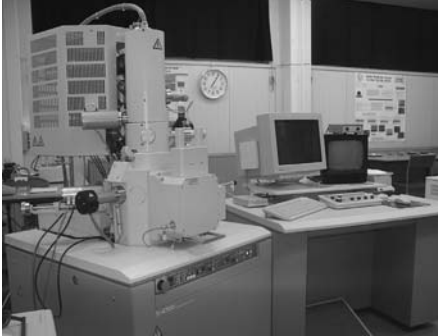
- REM- Abbildungen mikroskopischer Objekte
- Oberflächeninspektion

Parameterbereiche:

- Beschleunigungsspannung 5 - 30 keV
- laterale Auflösung >20 nm
- Elementanalyse für $Z \geq 6$ mit lateraler Auflösung 0,5 - 1 μm
- resultierend quantitative Materialzusammensetzung für $Z \geq 6$



Hochauflösendes Rasterelektronenmikroskop

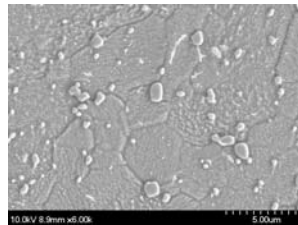
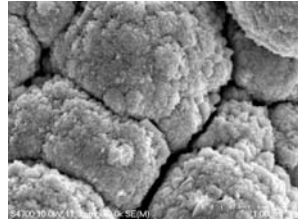


mit Feldemissionskathode

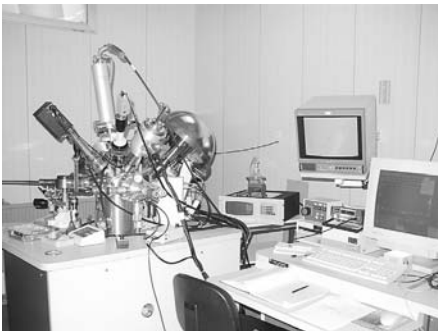
- Oberflächeninspektion

Parameterbereiche:

- Beschleunigungsspannung 0,5 .. 30 keV
- hochaufgelöste Abbildung empfindlicher Oberflächen mit niedriger Anregungsenergie
- laterale Auflösung 2,5 nm bei 1 keV, 1,5 nm bei 15 keV



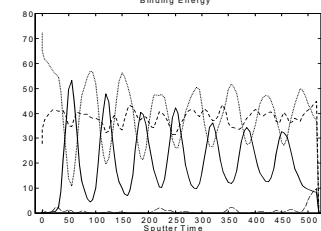
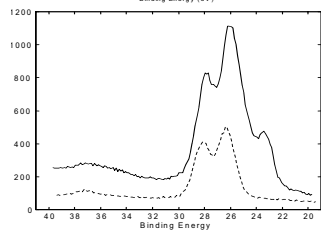
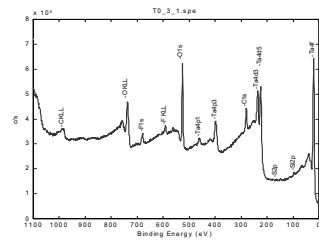
Photoelektronenspektrometrie (XPS) und Augerelektronen



- prozentuale Elementzusammensetzung
- Tiefenprofil
- Aufklärung des chemischen Bindungszustandes

Parameterbereiche:

- Informationstiefe 1 .. 5 nm
- laterale Auflösung $\geq 30 \mu\text{m}$ für XPS
ca. 100 nm für AES
- Elementnachweis für $Z \geq 4$



Kompetenzbereich

Zuverlässigkeitstestung und Metallografie

Die Langzeitzuverlässigkeit von Werkstoffverbunden, Bauelementen und Baugruppen wird in beschleunigten Tests unter Wärme- und Klimabelastung untersucht. Sie kann mit elektrischen Belastungen und in-situ-Messungen kombiniert werden. Typisch ist die Charakterisierung mit werkstoffanalytischen Methoden.

Zur Charakterisierung von Werkstoffverbunden, Bauelementen und Baugruppen sowohl im Zustand wie hergestellt als auch nach unterschiedlichen Belastungen werden die Proben für die werkstoffanalytische Untersuchung mit metallografischen Methoden aufbereitet.

Folgende Untersuchungen werden vorgenommen:

Zuverlässigkeitstestung



- Funktionstests und Alterungsverhalten von Bauteilen unter Wärme, Feuchte und Temperaturwechseln
- Tempern von Bauteilen
- Aushärten von Deckschichten
- Wasseraufnahme von Polymeren, Keramiken o.a. unter definierten Feuchtebedingungen
- Haftfestigkeit von Beschichtungen nach Temperaturzyklen und/oder Feuchteaufnahme
- Korrosionuntersuchungen unter definierten Feuchtebedingungen

Belastungsmodi und Leistungsparameter

konstante Temperatur (DIN EN 60068)

-70 °C bis 300 °C

schnelle Temperaturwechsel (DIN IEC 68-2-14, N_a)

-60 °C bis 220 °C, $t_0 \leq 3$ min

Temperaturwechsel (DIN IEC 68-2-14, N_b)

-70 °C bis 180 °C (mit ca.

4 K/min)

feuchte Wärme, konstant und zyklisch

(DIN IEC 68-2-3, C_a,

DIN IEC 68-2-30, C_b)

+10 °C bis 90 °C

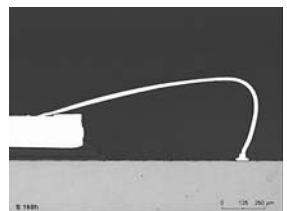
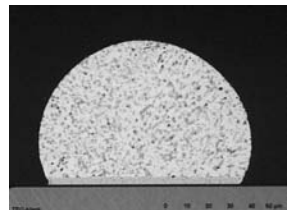
Metallografie



- Quer- und Schrägschliffpräparation (bis 2°)
- Zielpräparation
- Präparation komplizierter Materialverbunde
- Gefügeätzen



- Lichtmikroskopie mit digitaler Bildbearbeitung und -dokumentation
- Laterale Auflösung >1 µm (Vergrößerung bis 1000fach)

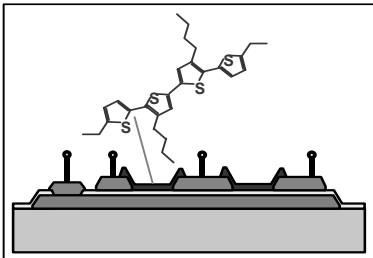


Forschungsgebiet

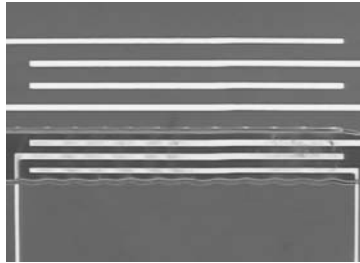
Organische Elektronik & Elektronik auf Plastik

Die Entwicklung organischer Halbleiter mit passablen elektronischen Eigenschaften hat diese Materialien für die Herstellung großflächiger, mechanisch flexibler und sehr billiger elektronischer Bauelemente interessant gemacht. Der Einsatz organischer optischer Emmitter (oLEDs) in Anzeigen ist schon weit fortgeschritten; die Nutzung von Transistoren (oFETs) ist im Vergleich dazu weniger etabliert, u.a. wegen der deutlich eingeschränkten Leistungsfähigkeit organischer Schaltelemente im Vergleich zu konventioneller Si-Halbleiterelektronik. Ziel ist es, diesen Flaschenhals zu überwinden und die Anwendung der neuen Materialien in großflächigen, flexiblen Bauelementen und Systemen vorzubereiten.

Einen wesentlichen Schwerpunkt bildet dabei die Abscheidung und Strukturierung der Materialien aus der Flüssigphase als Voraussetzung für sehr preiswerte Massentechnologien wie das Drucken.

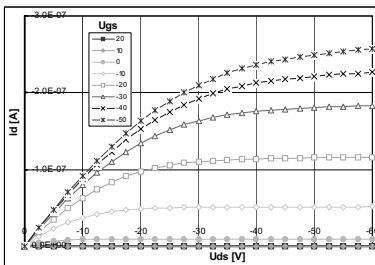


Aufbau von zwei oFETs auf flexiblem Träger

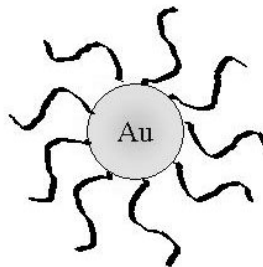


oFET mit Tintenstrahl-gedruckter Halbleiterschicht aus Poly-3-hexylthiophen

Neben organischen Halbleitern werden auch organische und nanodispergierte anorganische Leiter entwickelt und untersucht. Diese können u.a. in RFID-Transpondern mit gedruckten Antennen eingesetzt werden. Im Mittelpunkt der Untersuchungen stehen derzeit Herstellung und Anwendung von Goldnanopartikeln.



Transistorkennlinie eines oFETs mit P3HT als organischem Halbleiter



Goldnanopartikel mit Thioliganden zur Stabilisierung der Nanodispersion

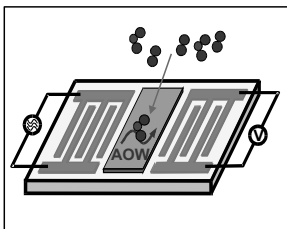
Weitere Schwerpunkte innerhalb dieses Forschungsgebietes sind organische und flüssigprozessierbare anorganische Isolatoren als Gate- und als Zwischenebenendielektrika sowie Architekturen und Technologien mit Folienträgern.

Für die Bearbeitung dieser Forschungsaufgaben stehen als spezielle Ausrüstung zur Verfügung: Polymer-Technologie-Labor, u.a. mit Spin-Coater mit Schutzgasspülung, Glove-Box-Präparationsstrecke, PC-gesteuerter Transistormessplatz mit Prober in Dark-Box, ebenso mit Schutzgasspülung.

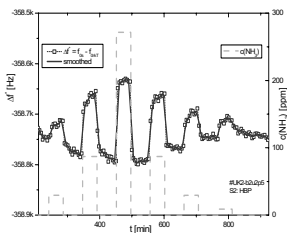
Forschungsgebiet Gassensorik

Chemische Sensoren können über die Auswahl und Gestaltung ihrer Funktionsschicht auf der einen Seite in Richtung hoch sensitiver und selektiver Bauelemente optimiert sein, bieten auf der anderen Seite aber auch die Möglichkeit für den Nachweis ganzer Speziesgruppen oder Wirkungsgruppen, oder auch von Einzelspezies mit gezielter Ansprechschwelle. Durch die Auswahl des Überträgerprinzips und seine Auslegung ist zum einen eine Optimierung der Sensorwirkung und zum anderen eine Anpassung an die konkrete Meßaufgabe und ihrer Randbedingungen möglich.

Schwerpunkte der Forschungsarbeiten am IHM sind

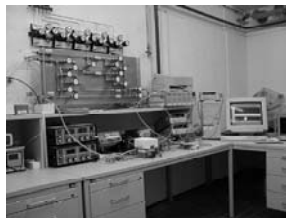


Schematischer Aufbau eines chemischen SAW-Sensors

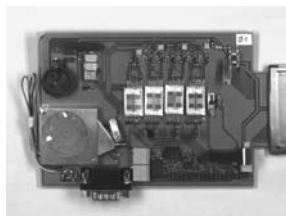


Meßsignale eines NH_3 -Sensors auf entsprechende Gaspulse

- Aufbau optimierter Überträgerstrukturen für die Gassensorik
- Abscheidung und Optimierung anorganischer und organischer Wirkfilme für die Gassensorik
- Entwicklung von Sensormodulen mit integrierter Meßumgebung und Erfassung der Betriebsparameter
- komplexe dynamische Bewertung der Sensorbaulemente unter Exposition zu verschiedenen Schadgasen und Gasgemischen auch in Langzeitversuchen
- Sensorsignalaufbereitung
- Entwicklung von Sensorsystemen mit integrierter Signalaufbereitung, -speicherung und -auswertung



Sensormeßplatz



Meßkarte für bis zu 4 SAW- und Leitfähigkeitssensoren

Für die Bearbeitung dieser Forschungsaufgaben stehen als spezielle Ausrüstung zur Verfügung: Vakuumverdampfungseinrichtung (B30) für organische Wirkfilme, Sputter-/Elektronenstrahlverdampfungseinrichtung (FHR) für anorganische Wirkfilme, Sensorlabor mit 2 automatisierten Meßplätzen für die Gassensoruntersuchung mit Begasung durch unterschiedliche Schadgase (u.a. NO_2 , SO_3 , H_2S , CO , NH_3 , O_3 , ..) für elektrische Sensoren (Leitfähigkeit, Kapazität, ..) und SAW-Sensoren (Mittenfrequenz, Laufzeit, Dämpfung, 4-Pol-Parameter).

Die Präparation der Transducer erfolgt mit Unterstützung der Professur HLT in den Mikrotechnologielaboren des IHM und bei Kooperationspartnern.

Forschungsgebiet

Drahtlos fernabfragbare SAW - Sensoren

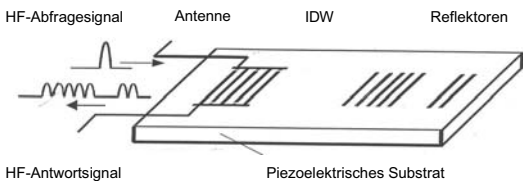
Mittels SAW-Bauelementen (SAW- surface acoustic wave) werden mikroakustische Identifikations- und Sensorelemente (Transponder) realisiert, die ohne eigene Stromversorgung telemetrisch abgefragt werden können. Sie basieren auf der Reflexion von akustischen Oberflächenwellen an Strukturen auf piezoelektrischen Substraten. Diese SAW-Sensorelemente aus speziellen Interdigitalwandlern und Reflektorstrukturen werden über HF-Antennen durch ein Sende-/Abfragegerät abgefragt.

Schwerpunkte der Forschungsarbeiten am IHM sind:

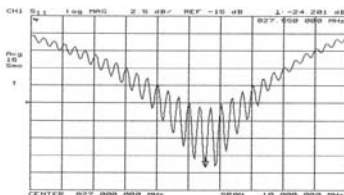
- Entwicklung von fernabfragbaren SAW-Sensoren
- Untersuchung und Charakterisierung der akustischen Wellen in Sensoren

Dazu werden folgende Methoden eingesetzt:

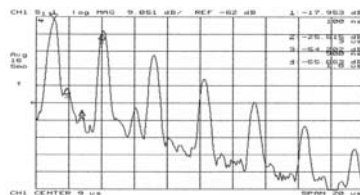
- Computersimulation von SAW-Bauelementen für den Funksensorbetrieb
- Berechnung von SAW-Parametern und Bauelementen
- Bestimmung und Optimierung von PSK-Codes mit Hilfe der Methode der BES



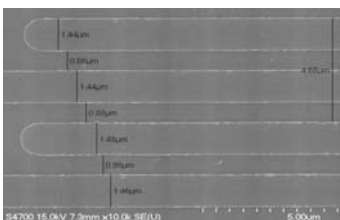
Prinzipbild eines fernabfragbaren SAW-Funksensors (Transponders) - Reflektive VZL



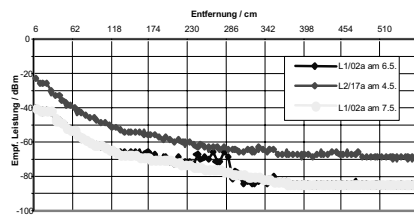
S11 vs. f (Frequenzber.) für LiNbO₃-Sensor



S11 vs. t (Zeitbereich) für LiNbO₃-Sensor



REM-Aufnahme eines Interdigitalwandlers für 869 MHz



Empfangene Leistung in Abhängigkeit von der Entfernung für drei Sensoren auf LiNbO₃

Zur Bearbeitung der Aufgaben stehen folgende spezifische Ausrüstungen zur Verfügung: Netzwerkanalysator HP 8753D, Spektrumanalysator HP E4402B, Impulsgenerator Agilent 8130A, Signalgenerator HP 4420B, Oszilloskop LeCroy LC 564A

Forschungsgebiet Medizinische Sensorsysteme

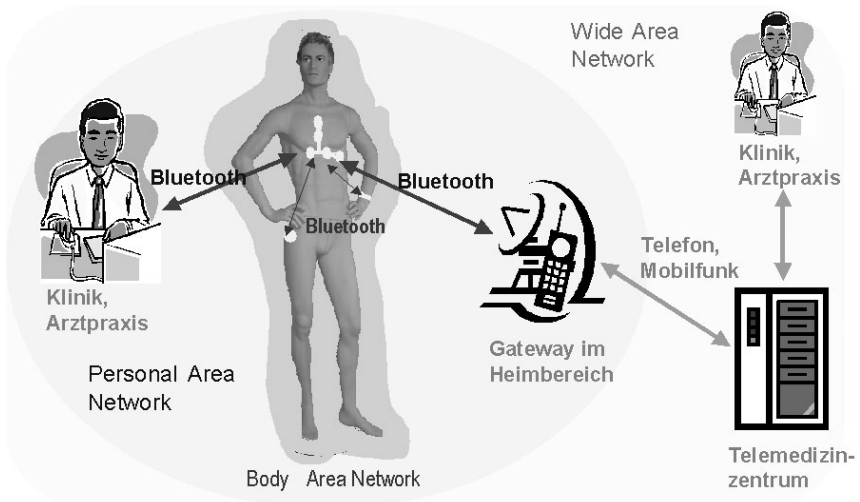
Im Bereich der Medizintechnik besitzen vor allem Systeme des In-vivo-Monitoring und der In-vivo-Diagnostik ein großes Anwendungspotenzial. Sie versprechen eine verbesserte medizinische Versorgung bei gleichzeitigen Kosteneinsparungen. Neue Diagnose- und Therapieansätze, die eine bessere Patientenversorgung ermöglichen, können nur durch innovative Lösungen entstehen.

Die Arbeiten am IHM haben medizinische Mikrosysteme mit einer einheitlichen digitalen Mikrosystem-Sensorschnittstelle zum Ziel, die

- die unkomplizierte Einbindung in Sensornetzwerke zur Messung von klinisch und physiologisch relevanten Größen gestatten (Plug and Play),
- sensorische Mikrosysteme an telemetrische Übertragungssysteme verbinden kann,
- die Abarbeitung von Algorithmen und Datenstrukturen hinsichtlich Signalauswertung, Übertragung und Sicherheit (Verschlüsselung, Redundanz, Kompression etc) auf MST-geeignete Signal- und Mikroprozessoren ermöglicht.

Damit können völlig neuartige kompakte, miniaturisierte, portable und integrierte Diagnosegeräte bis hin zu intelligenten Prothesen geschaffen werden.

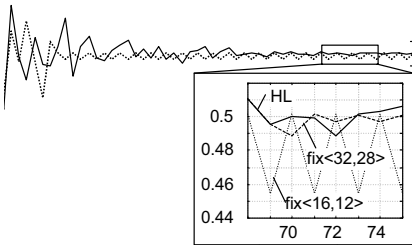
Im Zentrum der Datenübertragung steht ein Low-Power Prozessor, der die Verbindung zwischen Sensoren und Kommunikationskanälen herstellt. Der Prozessor bewältigt bei freier Programmierbarkeit erste Aufgaben der Signalvorverarbeitung, z.B. Trendanalysen oder die Detektion von Schwellwertüberschreitungen. Gleichzeitig minimiert er durch gezieltes Hinzuschalten von Sensoren den Energiebedarf. In der Implementierungsphase der Algorithmen werden diese unter Berücksichtigung der Zielarchitektur zunächst simuliert und ggf. modifiziert (z.B. beim Auftreten von Quantisierungsfehlern).



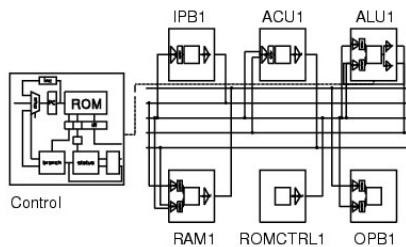
Forschungsgebiet Sensorsignalverarbeitung und intelligente Mikrosysteme

Der Fortschritt in der Halbleiter- und Mikrosystemtechnik, vor allem aber auch in der Softwaretechnologie hat alle Voraussetzungen geschaffen, um große Rechen- und Speicherkapazitäten direkt am Meßfühler anzuordnen. Damit können in einem intelligenten Sensor alle Algorithmen integriert werden, die zur Auswertung von Meßwerten benötigt werden. Es hat sich gezeigt, dass ein großer Gewinn bei der Signalverarbeitung erzielt werden kann, wenn die eigentlich interessierende Information, die in den Meßwerten zwar vorhanden ist, aber von Störungen und anderen Einflüssen überlagert und verfälscht wird, sensornah extrahiert und oftmals auch komprimiert werden kann.

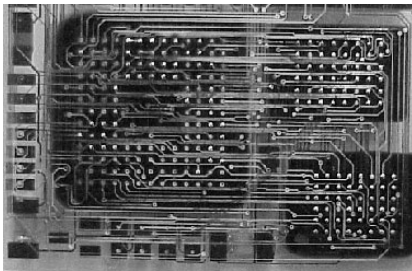
Schwerpunkte der Forschungsarbeiten am IHM sind:



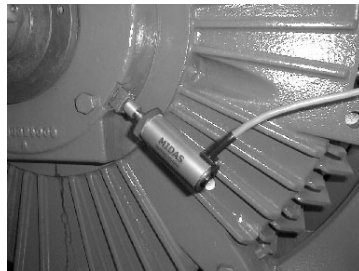
Untersuchung der Hardwarecharakteristiken von Signalverarbeitungsalgorithmen



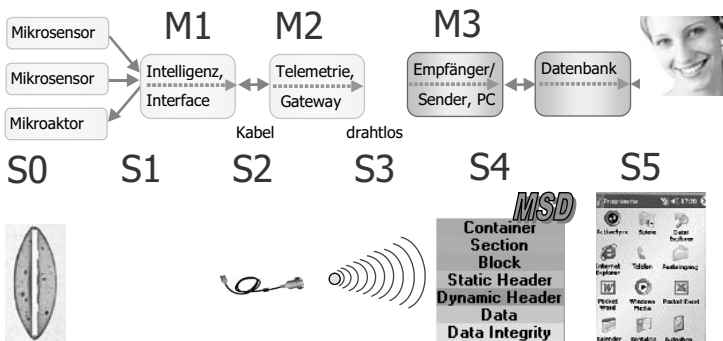
Integration von Signalverungsverfahren in Mikrosysteme



Entwicklung leistungsfähiger Mikrosystemhardware



Anwendung von Schwingungsdiagnosemikrosystemen in der Maschinendiagnostik



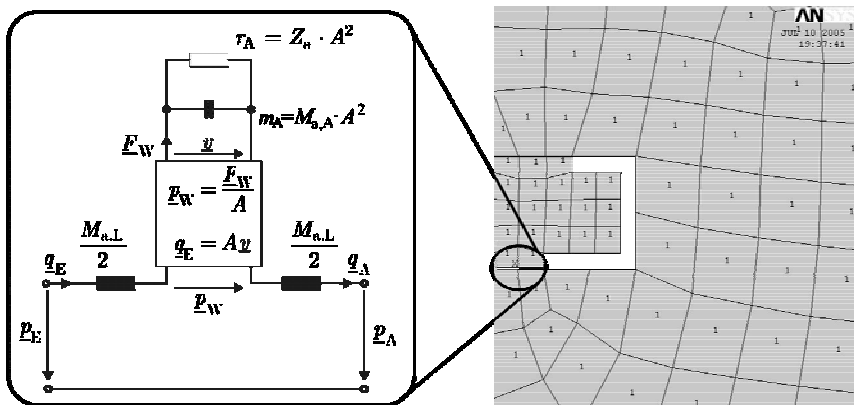
Analyse von Mikrosystem-Schnittstellen; Mitarbeit am neuen MSD (Micro Systems Data)-Datenformat

Kompetenzbereich Elektromechanische Systeme

2007 wurde an der Professur Mikrosystemtechnik zusätzlich das Fachgebiet „Elektromechanische Systeme“ eingebunden. Es wird von Prof. Pfeifer vertreten.

Elektromechanische Systeme aus elektrischen, mechanischen und akustischen Teilsystemen, die miteinander in Wechselwirkung stehen, haben besonders in der Sensor-, Aktor- und Mikrosystemtechnik, im Präzisionsgerätebau, in der Elektroakustik, in der industriellen Messtechnik und in der Medizintechnik Bedeutung. Bestandteil des Fachgebietes sind auch spezielle Fragen der Präzisionsmesstechnik für Kraft, Durchfluss, Dehnung und Beschleunigung mit elektromechanischen und elektroakustischen Wandlern.

In der Lehre steht die Vermittlung einer anschaulichen, ingenieurmäßigen Entwurfsmethode für Studenten der Elektrotechnik und der Mechatronik auf der Grundlage einer schaltungs-technischen Darstellung im Vordergrund. Sie ermöglicht einen raschen Einstieg in die Lösung mechanischer, akustischer, hydraulischer und thermischer Probleme und deren Kombinationen. Durch Verbindung der Netzwerk-Simulationsverfahren mit Simulationsprogrammen auf Basis finiter Elemente durch Schnittbauelemente (also auf Benutzeroberflächenebene) wird die zeitökonomische Parameteroptimierung von komplexen mechatronischen Systemen im Rahmen der Vorausberechnung ermöglicht. Die Anwendung dieser kombinierten Simulation stellt weltweit einen aktuellen Forschungsschwerpunkt dar und wird gegenwärtig in die Lehre eingeführt. Industrielle Hauptnutzer dieser Entwurfsmethodik sind Entwickler von Schall- und Schwingungssendern, -empfängern, -filtern und aktiven Kompensationsystemen. Ein weiterer Schwerpunkt besteht in der Integration von Sensornetzwerken in textilverstärkte Verbundkomponenten für Leichtbauanwendungen. Gemeinsam mit dem Fraunhofer Institut für Photonische Mikrosysteme (Geschäftsfeld Lifetronics, Prof. Fischer) wird seit 2004 der Themenkomplex „Integrierte Sensornetzwerke“ innerhalb des Sonderforschungsbereiches 639 der DFG bearbeitet. Das gesamte Sensor-Netzwerk wird dabei vom textilverstärkten Verbundwerkstoff eingeschlossen und ist Bestandteil einer Baugruppe.



Kombinierte Simulation elektromechanischer Systeme

2.3 Forschungsgebiete, Laboratorien und Kompetenzen an der Professur Optoelektronische Bauelemente und Systeme

Technologie und Prozesse zur Entwicklung und Herstellung von Mikro-Opto-Elektro-Mechanischen Systemen (MOEMS)

Bulk Micromachining

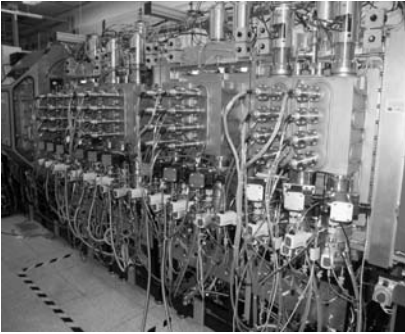
Surface Micromachining

CMOS

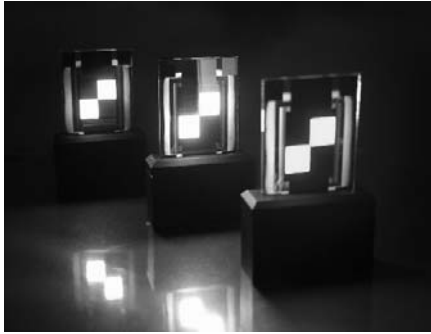
Prozesse für organische Materialien und OLEDs (In-Line und Cluster-Tool)

1500 m² Reinraumklasse 1-100, 6 Zoll Si Wafer

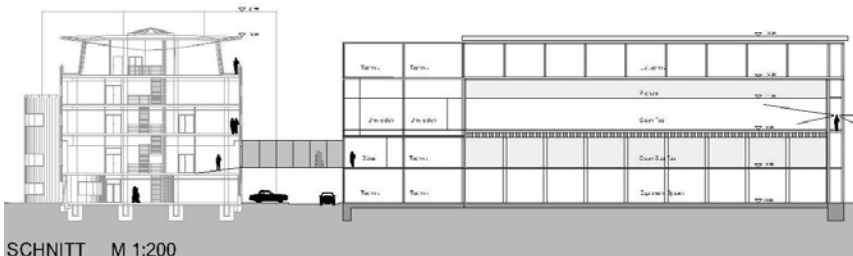
Substrate für Organik bis 300 mm x 400 mm



OLED In-Line Anlage

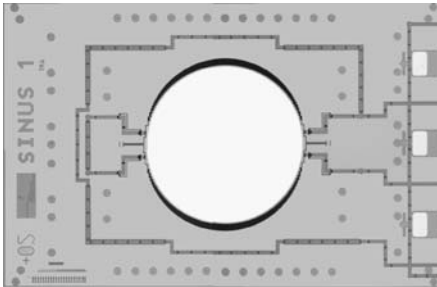


RGB OLEDs

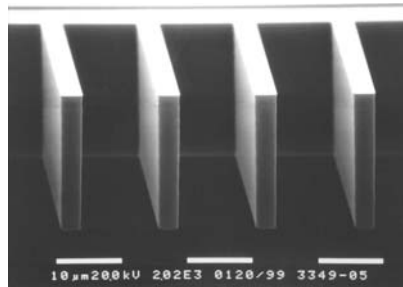


Die Professur OES hat Zugriff auf den neuen Fraunhofer IPMS Reinraum.

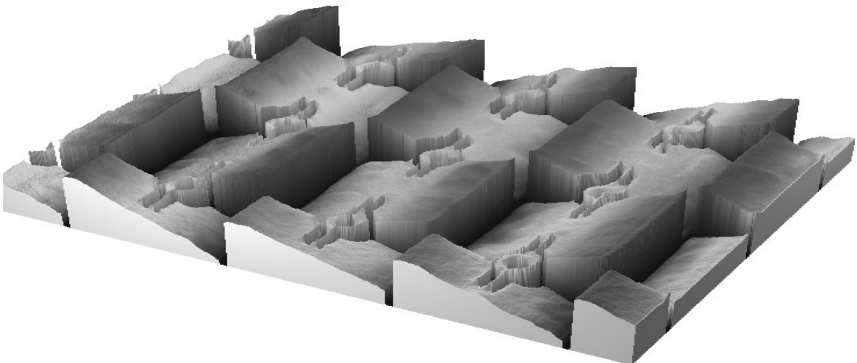
Entwurf, Simulation und Charakterisierung von MOEMS, Systementwicklung für Mikrospiegel Arrays, Mikros Scanner, Adaptive Optik



Mikros Scanner Chip mit resonantem Antrieb über Fingerstrukturen

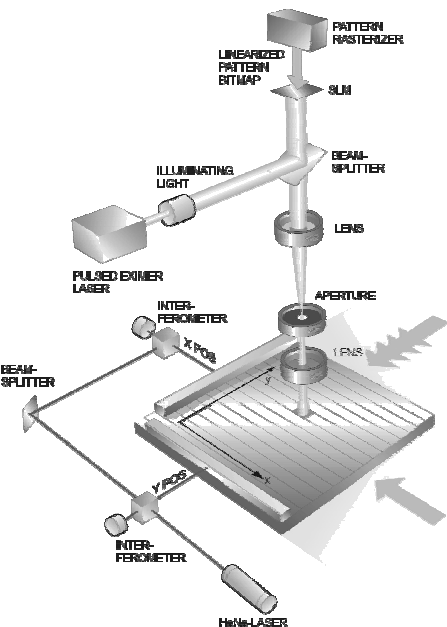


Herstellung der Fingerstrukturen mittels Volumen-Mikromechanik

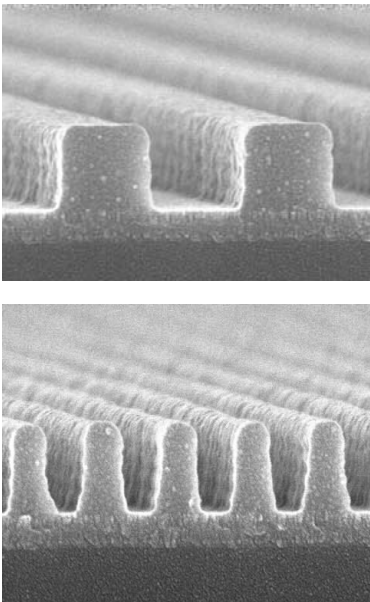


Ausschnitt eines analog auslenkbaren Mikrospiegelarrays (16 μm Pixel Pitch, 62 nm Auslenkung, 2 kHz Bildwiederholfrequenz bei 1 Mio Pixel)

Nanooptik und Nanophotonik

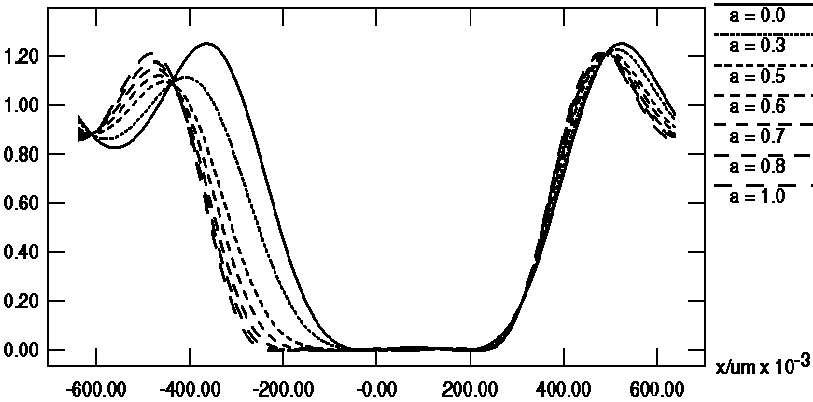


SLM Maskenbelichter für Leading Edge Mask Making bis zum 45 nm Technologie-Node



Linien und Zwischenräume mit 320 nm (oben) und 140 nm (unten)

relative intensity



Verschiebung von Belichtungskanten in 1,6 nm Schritten durch Grauwertadressierung von Randpixeln.

2.4 Reinraumgebäude am MIERDEL-Bau

Nach der Inbetriebnahme des Reinraumgebäudes am Mierdel-Bau im April 2006 gestaltete sich das Jahr 2007 als das Jahr, in dem ein kontinuierlicher Reinraum- und Anlagenbetrieb realisiert werden musste. Dieses Ziel konnte bis auf wenige technische Probleme bei der Versorgung mit DI-Wasser und der Luftbefeuchtung bei Extremwetterlagen (hohe relative Luftfeuchtigkeit bei hoher Außentemperatur) erreicht werden. Das gleiche trifft auch auf die technologischen Anlagen zu, so dass eine sehr gute technische Absicherung bei der Bearbeitung der Forschungsprojekte und eine gleichbleibend auf hohem Niveau stattfindende Ausbildung (Praktika, Studienarbeiten, Diplomarbeiten, Promotionen) gewährleistet waren.

Die nachstehenden Bilder sollen einen Eindruck von den Arbeit im Reinraumlabor vermitteln.



Chemisch Mechanisches Polieren



Raster-Kraft-Mikroskopie (AFM)



Optische Waferinspektion



2.5 Gemeinsame Forschungsaktivitäten von TU Dresden (IHM) und Qimonda Dresden im NaMLab

Am 15.10.2007 wurde das NaMLab feierlich eingeweiht. Bis zum Jahresende konnte ein großer Teil der technischen Einrichtungen/Anlagen fertig gestellt werden. Parallel dazu wurde mit der Anlageninstallation begonnen. Diese Anlagen dienen insbesondere zur Abscheidung von Isolationsmaterialien mittels MBE, Magnetronspütern und ALD. Darüber hinaus werden entsprechende Ausrüstungen für die Materialcharakterisierung aufgestellt.

Das IHM wird zusammen mit dem NaMLab eine technologische Kette zur Herstellung von Teststrukturen zum Materialscreening von Isolatormaterialien mit einer möglichst hohen relativen Dielektrizitätszahl (high-k), die für den Einsatz in mikroelektronischen Bauelementen geeignet sind, aufbauen. Dazu wurde ein vom BMBF gefördertes Forschungsprojekt initiiert (s. Förderprojekt KONDOR).



Gebäude der NaMLab gGmbH neben dem Reinraumgebäude am MIERDEL-Bau

Forschungsschwerpunkte

Erste Forschungsschwerpunkte werden die Untersuchung von geeigneten Materialien für fortgeschrittene Silizium-Technologien sein. Das sind insbesondere:

- Forschungsaktivitäten zu neuen Materialien als Ersatz für SiO_2 als Dielektrikum,
- den zugehörigen Metallelektroden sowie
- Grundlagenuntersuchungen zur Integration von Materialien bzw. Nanostrukturen in Silizium, die als Ersatz für einen konventionellen Transistorkanal in Frage kommen.
- Die NaMLab gGmbH wird Herstellungsverfahren und Charakterisierungsmethoden für nanoelektronische Materialien entwickeln.

Join the world's leading creative memory company.

Your future starts today.



Die **Qimonda AG** (NYSE: QI) ist ein weltweit führender Anbieter von Speicherprodukten mit einem breiten, diversifizierten DRAM-Produktportfolio. Im Geschäftsjahr 2007 erzielte Qimonda einen Umsatz von 3,61 Milliarden Euro. Das Unternehmen verfügt weltweit über rund 13.500 Mitarbeiter, kann auf fünf 300-mm-Fertigungsstätten auf drei Kontinenten zugreifen und betreibt sechs bedeutende Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen. Das Unternehmen bietet, basierend auf seinen Strom sparenden Technologien und Designs, DRAM-Produkte für eine Vielzahl von Anwendungen, wie Computing, Infrastruktur, Grafik, Mobil und Consumer.

München repräsentiert den zentralen Firmensitz des Unternehmens. Darüber hinaus sind zahlreiche Servicefunktionen sowie das weltweite Zentrum für Produktentwicklung hier ansässig.

Dresden hat sich zu einem der weltweit führenden Standorte für die Forschung und Herstellung von Speicherbausteinen entwickelt. Dort befinden sich auch eine unserer 300mm-Produktionen und unser führendes F&E Kompetenzzentrum.

www.qimonda.com/careers

Qimonda

3. Lehre / Education

3.1 Ausbildung am IHM / Microelectronic Studies

Die Ausbildung am IHM beruht auf dem viersemestrigen Grundstudium mit Abschluss der Diplom-Vorprüfung (Vordiplom) in den **Studiengängen**

Elektrotechnik,
Informationssystemtechnik oder
Mechatronik.

Darauf aufbauend werden im Hauptstudium in den Studienrichtungen Mikroelektronik und Mikromechatronik vom IHM die folgenden obligatorischen Lehrveranstaltungen bestritten:

Halbleitertechnologie,
Mikrosysteme,
Werkstoffe der Mikroelektronik.

In der Vertiefungsausbildung für den **Studiengang Elektrotechnik** gibt es für die Feinwerktechnik, die Informationstechnik und für die Module „Mikroelektronik“ und „Mikrosystemtechnik“ weitere Lehrveranstaltungen, aus denen die Studenten ihr Wahlpflichtprogramm auswählen können. Vom IHM werden dazu folgende Vorlesungen angeboten:

Entwurf und Simulation von Mikrosystemen,
Technische Akustik,
Elektroakustik,
Halbleitertechnologie II,
Herstellung dünner Schichten,
Technische Optik,
Optoelektronische Bauelemente und Systeme,
Messtechnik für Halbleiter- und Mikroelektronik,
Mikroelektroniktechnologie,
Physikalische Mikroanalytik,
Solarenergietechnik,
Vakuumtechnik,
Werkstoffe III.

Für den **Studiengang Mechatronik** bietet das Institut die Module „Mikrosystemtechnik“ und „Elektromechanische Systeme“ an. Sie enthalten die Lehrveranstaltungen:

Werkstoffe der Mikrosystemtechnik,
Mikrosysteme (für Mechatroniker),
Entwurf in der Mikrosystemtechnik und ein
Komplexpraktikum für Mikrosystemtechnik sowie
Elektromechanische Netzwerke,
Anwendung kombinierter Simulation,
Elektromechanische Messtechnik und ein
Praktikum Elektroakustik.

Für alle Studiengänge werden in Fachpraktika und bei Exkursionen Einblicke in technologische Prinzipabläufe bzw. in die industrielle Fertigung geboten.

Als studentische Qualifizierungsarbeiten werden Studienarbeit (3 Monate) und Diplomarbeit (6 Monate) in der Regel an einer Professur des IHM durchgeführt.

Die Regelstudienzeit beträgt 10 Semester.

Generally, the education and graduation are organized as two parts. The first part covers undergraduate studies for all students of Electrical Engineering, Information Systems Engineering and Mechatronics. After passing an intermediate examination (Diplom-Vorprüfung) the students can choose graduate courses in microelectronics or micro-mechatronics.

The IHM is responsible for the following mandatory lectures:

Semiconductor Technology

Microsystems Technology

Materials for Microelectronics

The attendees of different graduate courses may choose lectures out of a wide spectrum of optional courses presented by the IHM faculty and staff. A three month project work and one semester industrial placement are part of the obligatory courses.

Normally, the education lasts ten semesters and is finished by passing the diploma examination (Diplom-Ing. certificate) after six month preparation.

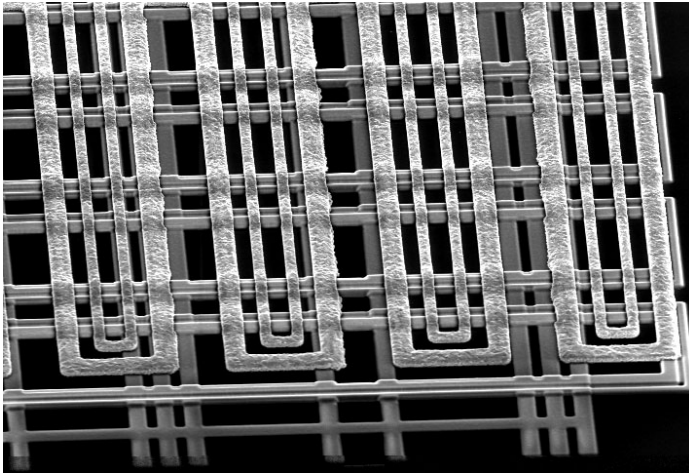
3.2 Lehrveranstaltungen / Lectures

Werkstoffe II / Materials Science II (Dr. Adolphi, Prof. Fischer)	5. Semester
Mikrosysteme / Microsystems (Prof. Fischer)	5. u. 6. Semester
Halbleitertechnologie / Semiconductor Technology (Prof. Bartha)	6. Semester
Technische Akustik / Technical Acoustics (Prof. Pfeifer)	6. Semester
Technische Optik / Technical Optics (Prof. Lakner)	6. Semester
Werkstoffe für Mechatroniker / Materials Science for Mechatronic Engineering (Dr. Adolphi, Prof. Fischer)	6. Semester
Werkstoffe III / Materials Science III (Dr. Adolphi, Prof. Fischer)	6. Semester
Entwurf und Simulation von Mikrosystemen / Design and Simulation of Microsystems (Prof. Gerlach, Dr. Marschner, Prof. Fischer)	6. u. 7. Semester
Studienarbeiten auf dem Gebiet der Elektromechanischen Systeme/ Projects in the field of Electromechanical Systems (Prof. Pfeifer)	6. o. 7. Semester
Studienarbeiten auf dem Gebiet der Halbleitertechnik / Projects in the field of Semiconductor Technology (Prof. Bartha)	6. o. 7. Semester
Studienarbeiten auf dem Gebiet der Mikrosystemtechnik / Projects in the field of Microsystem Technology (Prof. Fischer)	6. o. 7. Semester
Studienarbeiten auf dem Gebiet der Optoelektronischen Bauelemente und Systeme / Projects in the field of Optoelectronic Devices and Systems (Prof. Lakner)	6. o. 7. Semester
Elektroakustik / Electroacoustics (Prof. Pfeifer)	7. Semester
Elektromechanische Netzwerke / Electromechanical Networks (Prof. Pfeifer)	7. Semester
Halbleitertechnologie II / Semiconductor Technology II (Prof. Bartha)	7. Semester
Physikalische Mikroanalytik / Physical Microanalytics (Dr. Wenzel, Prof. Bartha)	7. Semester
Optoelektronische Bauelemente und Systeme / Optoelectronic Devices and Systems (Prof. Lakner)	7. Semester

Vakuumtechnik / Vacuum Technology (Prof. Bartha)	7. Semester
Anwendung kombinierter Simulation / Application of Integrated Simulation (Prof. Pfeifer, DI Starke)	7. u.8. Semester
Meßtechnik für Halbleiter- und Mikrotechnik / Semiconductor and Microsystem Measurements (Dr. Plötner, Prof. Bartha, Prof. Fischer)	7. u. 8. Semester
Oberseminar Mikroelektronik / Postgraduate Seminar Microelectronics (Prof. Bartha, Prof. Fischer)	7. u. 8. Semester
Dünne Schichten / Thin Films (Dr. Wenzel, Prof. Bartha)	8. Semester
Elektromechanische Messtechnik / Electromechanical Measurements (Prof. Pfeifer)	8. Semester
Mikroelektronik-Technologie / Microelectronic Technology (Dr. Klaus, Prof. Bartha)	8. Semester
Solarenergietechnik / Solar Energy Technology (Dr. Albert, Prof. Bartha)	8. Semester



Studenten bei Forschungsarbeiten im Reinraum (Waferinspektion am REM)



"Sächsisches Gewebe"
(Mehrlagen-Cu-Leitbahnsystem (Foto: A. Jahn))



"Mikro-Dahlie"
(PnIPAAm-Mikrogelpartikel (Foto: A. Türke))

3.3 Schüler-, Studien- und Diplomarbeiten 2007 / Scholar Project Reports, Students Project Reports and Diploma Theses 2007

Abgeschlossene Diplomarbeiten / Finished Diploma Theses

Andreas Kunadt	Untersuchung zur Freifeldkalibrierung von Intensitätssonden (Betreuer: Prof. Pfeifer)
Andreas Pick	Energieeffizienz von Dünnschicht-Solarzellen (Betreuer: Prof. Bartha, Dr. Albert)
Anja Kunze	Manipulation von Zellen in Mikrofluidik-Chips (Betreuer: Prof. Bartha, Prof. Poll, Prof. Renaud)
Christian Andrä	Resonanzsensoren zur Messung mechanischer Deformationen (Betreuer: Prof. Fischer, Dr. Marschner)
Christoph Kubasch	Einfluss von sauerstoffhaltigen Plasmen auf Kupfer (Betreuer: Prof. Bartha, Dr. Richter)
Dirk Berndt	Software für die zeitoptimierte Kalibrierung von Mikrokippspiegeln (Betreuer: Prof. Lakner, J. Heber Fraunhofer IPMS)
Duong Le	Leckstrom- und Durchbruchmechanismen in SiCOH (Betreuer: Prof. Bartha, Dr. Klaus)
Falko Guderian	Analyse von Mikrosystemdaten in der Telemedizin (Betreuer: Prof. Fischer, Dr. Marschner)
Gerd Zschätzsch	Entwicklung einer XPS-Messmethode zur Analyse der Seitenwände geätzter Gräben (Betreuer: Prof. Bartha, Dr. Adolphi)
Hendrik Schug	Flächen-Kalibrierung von Mikrospiegelarrays (Betreuer: Prof. Lakner, Prof. Fischer, J. Heber Fraunhofer IPMS)
Henrik Schumacher	TaN-ALD-Schichten herstellen und charakterisieren (Betreuer: Prof. Bartha, DI Schmidt)
Kay Viehweger	Kontaktlochmetallisierung für Biosensorik (Betreuer: Prof. Bartha, Dr. Wenzel)
Kristof Seidl	Development of an Optical System for Alignment and Regulation of the Trapping Depth of a Force Measuring Optical Tweezers System (Betreuer: Prof. Lakner, Prof. O. Axner, Ph.D. E. Fällmann)
Marco Grafe	TEM-Messungen (Elektronenbeugung) zur Strain-Analyse in Transistoren (Betreuer: Prof. Bartha)
Marion Geidel	Qualifizierung von Alignment Targets (Betreuer: Prof. Bartha)
Michael Suchanek	Magnetempfindlichkeit von piezoresistiven Beschleunigungssensoren (Betreuer: Prof. Pfeifer)
Rico Tillner	Optische und elektrische In-Line-Kontrolle von SONOS-Schichten (Betreuer: Prof. Bartha)
Thomas Zimmermann	Herstellung von Dünnschichtsolarzellen in einer VHF-PECVD- Durchlaufanlage (Betr.: Prof. Bartha, DI Strobel)
Tobias Wendelmuth	Genauigkeit von CD-Messgeräten (Betreuer: Prof. Bartha)
Torsten Geipel	2D-Simulation neuartiger Kontaktstrukturen (Betreuer: Prof. Fischer)
Uwe Mayer	System- und Schaltungsuntersuchungen für einen EKG-Verstärker (Betreuer: Prof. Fischer)

Bachelor

Thomas Baum Precursorevaluation für Ta-ALD
(Betreuer: Prof. Bartha, DI Hoßbach)

Abgeschlossene Studienarbeiten / Students Project Reports

Alexander Zahn Erweiterung der optischen Lesefunktionalität eines Vollbildausweislesers zur Erkennung und Verarbeitung der Sicherheitsmerkmale von Ausweisdokumenten im UV Bereich
(Betreuer: Prof. Lakner; DI Neugebauer)

Annette Frederiksen Schichtmorphologie magnetostriktiver Galfenol-Schichten
(Betreuer: Prof. Fischer, Dr. Adolphi)

Axel Renner Magnetostruktive Eigenschaften gesputterter dünner Schichten
(Betreuer: Prof. Fischer, Dr. Adolphi)

Boris Vasilev Infrarotreflexionstechnik während des CMP-Prozesses
(Betreuer: Bartha, Dr. Künzelmann)

Carsten Stange Charakterisierung von Ionenströmen in Low-k-Dielektrika
(Betreuer: Prof. Bartha, Dr. Klaus)

Guillaume Eymery Zerstäubungsverhalten von Ta(N)-Schichten
(Betreuer: Prof. Bartha, Dr. Strehle)

Jian He Erzeugung von Submikrometerstrukturen in Silizium mittels RIE
(Betreuer: Prof. Bartha, Dr. Richter)

Konrad Förster Schalleistungsmessung nach der Hallraummethode bei höheren Frequenzen
(Betreuer: Prof. Pfeifer)

Ralf Tautenhahn Aufbau eines Praktikumsversuches zur Demonstration von mikromechanischen Beschleunigungssensoren
(Betreuer: Prof. Fischer, Dr. Plötner)

Robert Gliemann Messtechnische Untersuchung der richtungsabhängigen Eigenschaften von Mikrofonanordnungen mit akustischen Dämpfungselementen
(Betreuer: Prof. Pfeifer, DI Starke)

Sebastian Sauer Drahtlose Datenübertragung unter Nutzung des ZigBee-Standards
(Betreuer: Prof. Fischer, Dr. Marschner)

Thomas Henke Elektrische Charakterisierung getemperter HfO₂-Schichten
(Betreuer: Prof. Bartha, DP Rößler)

Thomas Lohse Entwurf und FEM-Simulation von Flusskonzentratoren für dünne, magnetische Schichten
(Betreuer: Prof. Fischer, Dr. Marschner)

Thomas Sturm Aktives Sensorkonzept zur ereignisgesteuerten Aktivierung energieautarker Sensornetzwerke
(Betreuer: Prof. Pfeifer, DI Starke)

Xiao Lin Erweiterung eines Gamma-Dosimeters mit drahtloser ZigBee-Datenübertragung
(Betreuer: Prof. Fischer)

3.5. Weiterbildungen / Continuing Education

Dresdner Sommerschule Mikroelektronik / Dresden Summerschool of Microelectronics

AMD, Infineon Technologies, Qimonda, ZMD und die Technische Universität Dresden veranstalteten vom 10. bis 14. September 2007 die 8. Dresdner Sommerschule Mikroelektronik. Ziel dieser Veranstaltung ist es, Studierende und Absolventen der Ingenieurwissenschaften für die fachliche und berufliche Praxis der Halbleiterindustrie im Dresdner Mikroelektronik-Cluster zu begeistern. Aus den zahlreichen Bewerbungen wurden 100 Studenten, Absolventen und Doktoranden aus Deutschland und 11 weiteren Ländern für die Teilnahme an der Sommerschule ausgewählt. Die Veranstalter hatten mit Unterstützung von 18 renommierten Partnern der Halbleiterindustrie ein attraktives Programm zusammengestellt, das den künftigen Ingenieuren Dresden als



europäisches Zentrum der Mikroelektronik mit hoher Lebensqualität vorstellt.

Ihren Erfolg verdankt die Sommerschule der Kooperation der beteiligten Partner. Veranstalter und Sponsoren verstehen sich als Mitglieder eines regionalen Netzwerks aus Industrie, Forschung und Lehre.

Die 9. Dresdner Sommerschule wird als internationale Veranstaltung mit dem neuen Titel „Dresden Microelectronics Academy“ vom 8. bis 12. September 2008 stattfinden. Weitere Informationen finden Sie auf der Internet Seite

<http://www.dresden-microelectronics-academy.de/>

AMD, Infineon Technologies, Qimonda, ZMD and the Technische Universität Dresden organized the 8th Dresden Summer School Microelectronics during the week of Sep. 10-14. The objective of this event is to give students and graduates more insight into the practical application of microelectronics in the semiconductor industry and to show the potential of the Dresden microelectronic cluster. The success of this event is based on the cooperation of the participating partners, who understand themselves as part of a regional network merging Industry, R&D and Education. Among the numerous applications 100 students from all over Germany, and 11 further countries were selected for participation. Together with 18 Sponsors from the semiconductor industry the organizers assembled an attractive program presenting Dresden as a European Center of Microelectronics with a high quality of living.

The 9th Dresden Summerschool of Microelectronics will take place as an international event with the new title “Dresden Microelectronics Academy” during the week of Sept. 8 to 12, 2008. Further information can be found at the web-page:

<http://www.dresden-microelectronics-academy.de/>



Bringen Sie
der Technik
das LEBEN bei.

■ **Für Visionäre der**

Elektrotechnik

Physik

Chemie

Material-
wissenschaften

Wirtschafts-
ingenieur-
wissenschaften

WIR MACHEN DAS LEBEN LEICHTER und stellen die Grenzen des Heute in Frage. Der Alltag wird dabei zum Ausgangspunkt unserer Ideen. Und es entstehen Halbleiter- und Systemlösungen für Automobil-, Industrie-elektronik und Multimarket, für Anwendungen in der Kommunikation sowie für Speicherprodukte. Lösungen, die das ganz normale Leben entscheidend verändern. Entwickelt werden sie von mehr als 35.000 Menschen, die auf der ganzen Welt zusammenarbeiten: im Infineon-Team.

BEGINNEN SIE JETZT Ihren Blickwinkel zu verändern und Utopien in Realität zu verwandeln. Denn das können Sie bei uns! Wenn Sie unternehmerisch denken, kommunikativ und teamfähig sind – sehen wir einem Wandel mit Ihnen gern entgegen.

IHR NÄCHSTER SCHRITT in Richtung Zukunft? Informieren Sie sich über unsere offenen Stellen für Studenten, Absolventen, Young Professionals und Experten unter:

www.infineon.com/careers



Never stop thinking

4. Gegenwärtige Forschungsprojekte / Current Research Projects

4.1 Forschungsprojekte an der Professur Halbleitertechnik

Grundlegende Untersuchungen zum Schichtwachstum bei der Atomlagenabscheidung (ALD, atomic layer deposition) von Metallschichten

Fundamental growth mechanism investigations of metal layers deposited with ALD

Projektleiter: Prof. J.W. Bartha / Dr. M. Albert

Mitarbeiter: DI C. Hossbach, E. Kellner

Förderer: SMWK

Laufzeit: 01.10.2004 – 30.09.2007

Zielstellung

Das Interesse an Metallschichten, die mittels ALD hergestellt werden, hat nachfolgende Zielrichtungen:

- Cu – Leitbahnen, Cu – Keimschichten und W plugs
- Ti und Ta für Cu Leitbahnen Barrieren
- Metallelektroden mit hoher und niedriger Austrittsarbeit für Gate Anwendungen
- Metallschichten für Elektroden in Kondensatoren (DRAM und FRAM)

Unser Ziel ist es, sehr konforme Metallschichten mit minimalen Widerstand zu entwickeln. Die Schichten werden mit XPS, AFM, TEM, Ellipsometrie und elektrischer Messtechnik untersucht. Unser Hauptinteresse gilt dem Wachstumsbereich bis 5 nm.

Ergebnisse

An ALD Schichten, die mit Plasmaunterstützung hergestellt wurden, lassen sich die Elemente Ta, N, O und C nachweisen. Die Verwendung von TBTDET führt in Verbindung mit der Plasmaaktivierung zu Ausbildung von Ta-N Verbindungen. Hierbei existieren Ta und N im Bereich 5:1 bis 7:1. (s. Bilder)

Ta liegt an der Oberfläche in oxidiert Form vor. Im Inneren der Schicht kann neben Ta-N noch Ta-C nachgewiesen werden.

ARXPS - und Ellipsometrie - Messungen zeigen, dass die Schichten inselförmig aufzuwachsen scheinen. In Abhängigkeit von den Randbedingungen (z.B. Oberfläche) ist die Schicht nach 10 bzw. 80 Zyklen vollständig geschlossen (Bild).

Objective

Our Interest to ALD metal films has several motivations:

- Cu interconnects, Cu seeds and W plugs
- Ti and Ta for Cu interconnect barriers
- High and low work function metals for dual gate MOSFETS
- Metal films for DRAM and FRAM capacitor electrodes

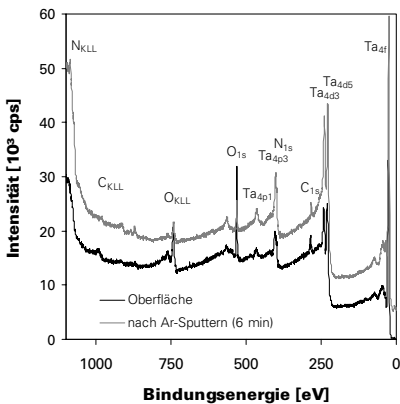
Our objective is to develop highly conformal metal layers with low resistivity based on Tantalum. We investigate this layers with XPS, AFM, TEM, ellipsometry and electrical characterization. Our main interest is in growth range up to 5 nm.

Results

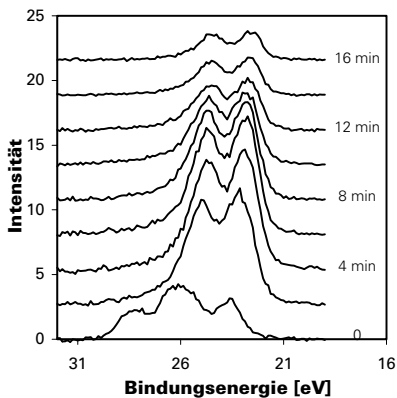
Plasma enhanced ALD (PEALD) layer shows Ta, N, O, and C content. The PEALD technology tents to formation of Ta-N bonds. The Ta/N ratios in the thin films are in the range 5:1 up to 7:1. (upper figures)

Tantalum on the surface is in an oxidised state. In the bulk we could detect Ta-N and Ta-C bonds. ARXPS and ellipsometry measurements shows a kind of islands grow. In depen-

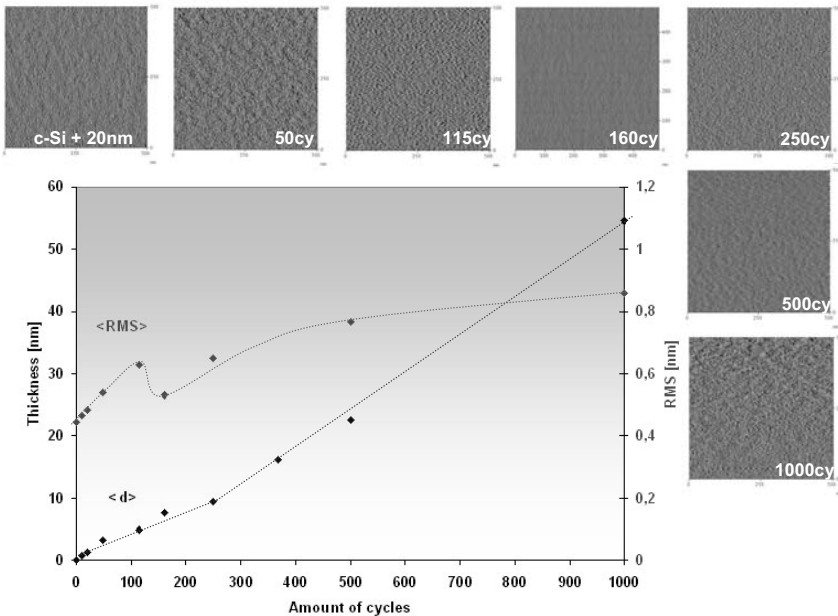
dence of incremental conditions we see a coalescence ALD layers after 10 or 80 cycles, respectively. (figure below).



Übersichtsspektrum
Overview spectrum



Ta_{4f} Signal in Abhängigkeit von der Sputterzeit
 Ta_{4f} peak vs. sputter time



AFM- und Ellipsometrieuntersuchungen zum Aufwuchsverhalten
AFM and ellipsometry measurements vs. ALD cycles

Einsatz der Atomlagenabscheidung (ALD, atomic layer deposition) in der Nanotechnologie von Metallschichten

Application of atomic layer deposition in nanotechnology of metal layers

Projektleiter: Prof. J.W. Bartha / Dr. M.Albert
Mitarbeiter: DI D. Schmidt, DI S. Strehle, Z. Ritter
Förderer: SMWA/Sächsische Aufbaubank GmbH
Laufzeit: 01.07.2004 – 31.05.2007
Projektpartner: Qimonda Dresden GmbH & Co. OHG, FHR Anlagenbau GmbH

Zielstellung

Ziel des Forschungs- und Entwicklungsvorhabens ist der Aufbau von Kompetenz zur ALD-Nanotechnologie in der regionalen Forschungs- und Entwicklungslandschaft. Zu diesem Zweck wird an der TU Dresden eine ALD - Forschungsanlage für 300 mm Wafer aufgebaut. Die integrierte Analysetechnik soll die Technologieentwicklung auf diesem Gebiet verbessern. Hauptziel der Technologieuntersuchungen ist die Entwicklung leitfähiger Elektroden für Kondensatoren im DRAM auf Tantalbasis.

Ergebnisse

Im Rahmen des Projektes wurden Baugruppen für ein ALD – Clustersystem entwickelt (siehe auch Kompetenzbereich ALD/CVD). Im Zusammenspiel mit einem XPS/AFM/STM - Analysesystem ist es möglich, Untersuchungen zum ALD – Prozess und zum Schichtwachstum auf höchsten Niveau durchzuführen.

Die Technologieuntersuchungen zur ALD beschäftigten sich mit der einfachen ALD und der plasmagestützten ALD. Für die Plasmaanregung kommen direkte und „remote“ Plasmen zur Anwendung. Es konnten wesentliche Erkenntnisse speziell zur Konformität in tiefen Gräben und zur Leitfähigkeit der Schichten ermittelt werden.

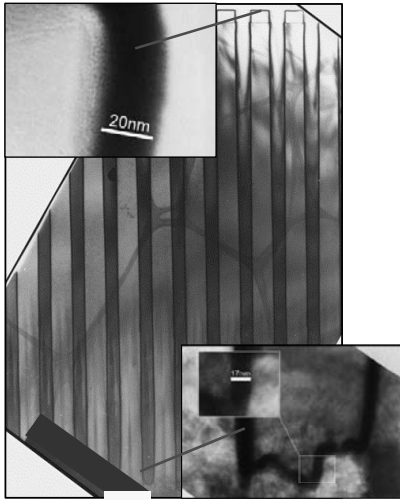
Objective

The objective of our research project is the development of expertise in the ALD field. We configure in collaboration with our partners a research tool for 300 mm wafer. Integrated measurements will improve the technology development in this area. Its main objective is the investigation of metal electrodes for DRAM applications.

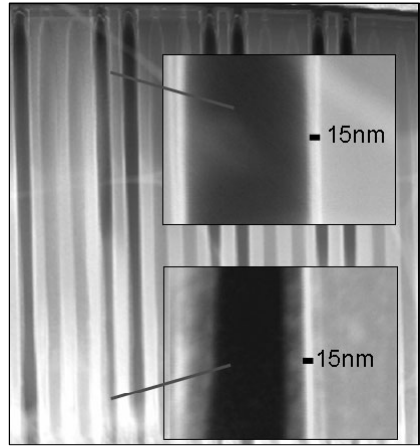
Results

In the framework of our project we developed assemblies for an ALD cluster system. Combined with an XPS/AFM/STM – analysis system are investigations on ALD processes and layer growth on high level possible.

We accomplished ALD technology investigations on simple ALD and plasma enhanced ALD processes. The plasma enhancement is direct or remote, respectively. We obtained considerably results to conformity in deep trench and to resistively.

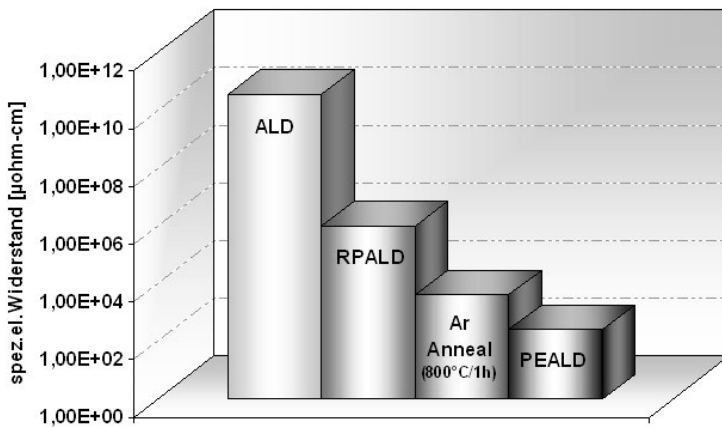


ALD



RPALD

Konformität in Gräben von ALD und Remote Plasma ALD Schichten
High step coverage in trenches of ALD and Remote Plasma ALD layers



Erreichte spezifische elektrische Widerstände der einzelnen ALD Herstellungstechnologien
Resistivity vs. ALD technologies

Beschichtung von flexiblen Substraten mit a-Silizium pin – Solarzellen mittels einer VHF – PECVD – Durchlaufanlage

Deposition of amorphous silicon solar cells on flexible substrates by means of a VHF-PECVD inline system

Projektleiter: Prof. J.W.Bartha / Dr. M. Albert
Mitarbeiter: DWI C. Strobel
Förderer: BMU
Laufzeit: 01.10.2006 – 30.09.2009
Projektpartner: FAP GmbH Dresden

Zielstellung

Das Gesamtziel des Vorhabens besteht in der Weiterentwicklung eines hochproduktiven dynamischen Verfahrens zur Abscheidung von a-Silizium-Solarzellen auf flexiblen Polymerfolien mittels einer VHF-Plasma-CVD-Durchlaufanlage. Das Vorhaben beinhaltet die Entwicklung einer Technologie zur Herstellung einfacher pin – Solarzellen auf flexiblem Bandsubstrat einschließlich der Bearbeitung von Rolle auf Rolle. Ziel ist es, das anlagentechnische Know How für die Beschichtung nicht nur flexibler pin-Solarzellen zu erlangen, sondern diese Technologie für weitere Bereiche, wie z.B. den medizinischen Bereich, Labels usw. zu nutzen.

Ergebnisse

Folgende Ergebnisse konnten erzielt werden:

- Auswahl von PET (Polyethylenterephthalat) als geeignetes flexibles Substrat für Dünnschichtsolarzellen
 - Transmission > 80 % im Wellenlängenbereich 300 nm – 2000 nm
 - Temperaturbeständigkeit bis 150 °C
- Evaluierung transparenter leitfähiger Oxide (TCO) als Material für den Silizium-Dünnschichtsolarzellen-Frontkontakt
- Abscheidung intrinsischer amorpher Einzelschichten auf Folie bei geringen Temperaturen von 140 °C ($\sigma_D \sim 9 \cdot 10^{-11} - 2 \cdot 10^{-10} \text{ S/cm}$, $\sigma_{ph} \sim 5,5 \cdot 10^{-7} \text{ S/cm}$, $E_A = 0,8 - 0,9 \text{ eV}$)
- Herstellung von a-Si:H pin Solarzellen auf PET ($\eta_{\max} = 4,1 \%$)

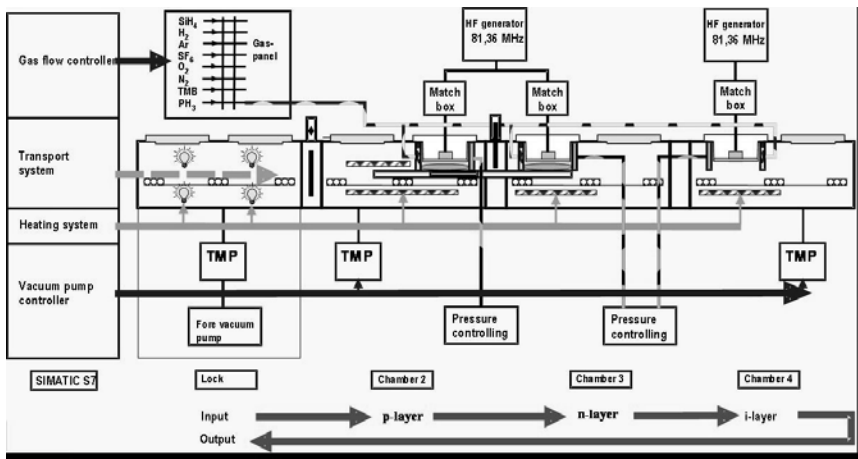
Objective

The objective of our research project is to further develop our inline VHF-PECVD equipment designed for the deposition of amorphous silicon on flexible substrates. This includes the development of a technology for the deposition of amorphous pin solar cells on metallised flexible substrates with a roll-to-roll system. The main objective is the attainment of knowledge about the deposition technology on flexible substrates, not only for solar cells but also for the medical field, labels and so on.

Results

The following results were achieved in the period of 2007:

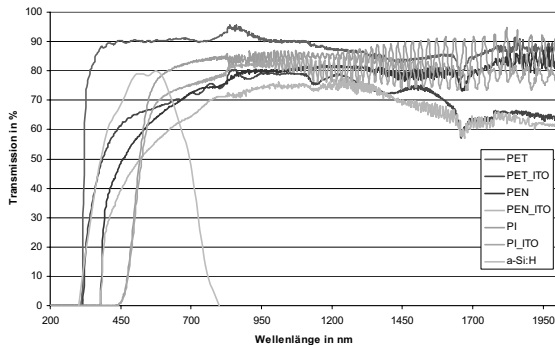
- Selection of PET (Polyethylenterephthalate) as suitable flexible substrate for thin film solar cells
- Transmission > 80 % in the wavelength region 300 nm – 2000 nm
- Suited for temperatures up to 150 °C
- Evaluation of transparent conductive oxides (TCO) as front contact material in thin film silicon solar cells
- Deposition of intrinsic amorphous silicon single layers at low temperatures of 140 °C on flexible foil substrates ($\sigma_D \sim 9 \cdot 10^{-11} - 2 \cdot 10^{-10} \text{ S/cm}$, $\sigma_{ph} \sim 5.5 \cdot 10^{-7} \text{ S/cm}$, $E_A = 0.8 - 0.9 \text{ eV}$)
- Production of a-Si:H thin film solar cells on PET ($\eta_{\max} = 4.1 \%$)



Schematische Darstellung VHF-Bandbeschichtungsanlage
 Scheme of the VHF Roll-to-roll deposition equipment

Kennzahl	Glas ¹⁴	PET - ITO I ¹⁵	PET - ITO II ¹⁶
d_p in nm	10	20	10
$SiH_4/(SiH_4+H_2)$	0,2	0,16	0,2
η_{max}	8,33%	3,5%	4,1%
FF	68%	40%	48%
I_{sc} in mA/cm	14,78	10,5	9,99
V_{oc} in V	0,89	0,84	0,87
R_s in Ω	8,86	39,8	29,8

Solarzellenkenngrößen auf flexiblen Substraten vs. Glassubstrat
 Properties of solar cells on different flexible substrates compared to ones on rigid glass carriers



Transmissionseigenschaften verschiedener flexibler Substrate (Polyethylenterephthalat, Polyethylenaphthalat, Polyimid in Kombination mit Indium-Zinnoxid Beschichtung)
 Transmission of various flexible substrates (PET, PEN, PI) as delivered and with ITO film

Hafniumoxid basierende Isolatorschichten für Speicherzellen (Verbundprojekt SOHAR)

Hafniumoxide based isolator layer for storage cells

Projektleiter: Prof. Dr. J.W. Bartha / Dr. M. Albert
Mitarbeiter: DP T. Rößler, DI M. Knaut
Förderer: BMBF / Direktauftrag Qimonda
Laufzeit: 01.06.2006 - 31.05.2009
Projektpartner: Qimonda Dresden GmbH

Zielstellung

Das Forschungsvorhaben verfolgt das Ziel, neue Dielektrika mit hoher Dielektrizitätskonstante zu evaluieren. Die Herstellung dieser nanoskaligen Schichten ist nur mit neuen Technologien wie ALD (Atomic Layer Deposition) möglich.

Hauptaufgabe dieses Teilprojektes ist die Entwicklung zukunftsfähiger Lösungen für dielektrische Schichten in Kondensatorstrukturen. Die Herstellung dieser Schichten soll in einer neu zu entwickelnden ALD Depositionskammer für ein vorhandenes ALD-Clustersystem erfolgen. Damit wird es möglich sein, Kondensatorstrukturen ohne Vakuumunterbrechung mittels ALD herzustellen. Diese Arbeit wird durch eine weitere Verbesserung der in-situ Kontrolle dieser Prozesse begleitet.

Ergebnisse

Aufbauend auf den Ergebnissen der Untersuchung zur HfO_2 -ALD aus HfCl_4 und H_2O wurde im zweiten Forschungsabschnitt das HfO_2 mit einem dritten Element dotiert um den Einfluß dieses Dotanden auf die physikalischen Eigenschaften des HfO_2 zu untersuchen.

Es wurden ternäre Schichten abgeschieden und deren Aufwuchsverhalten untersucht. Das Verhältnis zwischen Hafnium und Dotand in der Schicht läßt sich dabei sehr gut über das Zyklenverhältnis der ALD-Zyklen einstellen, allerdings verringert sich mit steigendem Dotandengehalt die Aufwuchsrate und der Chlorgehalt der Schichten steigt (s. Bilder ob.).

Es wurde gezeigt, daß über die Dotierung die Dielektrizitätskonstante einstellbar ist.

Für die Kantenbedeckung im Trench wurden sowohl für die undotierte wie auch für die dotierte Schicht ein sehr gutes Kantenbedeckungsverhalten festgestellt (s. Bilder un.).

Objective

The objective of this research project is the evaluation of new dielectric layers with high dielectric constants. Atomic layer deposition (ALD) is used for the layer manufacturing of the dielectric layers for the future capacitor structure. A new ALD-tool will make it possible to deposit the whole capacitor structure without vacuum interruption.

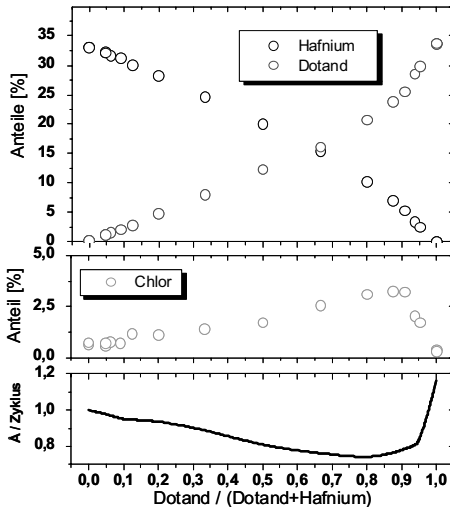
Results

Based on the results of the investigation of HfO_2 -ALD from HfCl_4 and H_2O the HfO_2 was doped with a third element to investigate the influence of this element on the physical characteristics of HfO_2 .

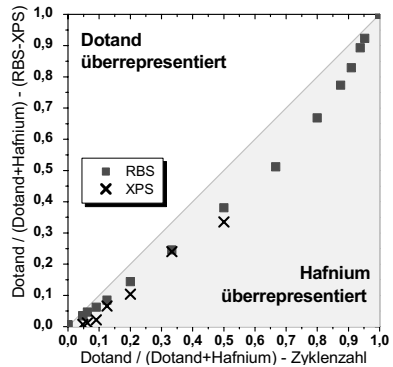
Tenary layer was deposited and the growing behavior was studied. The proportion of hafnium and the dopant in the layer is able to adjust by the proportion of the ALD-cycles. However the growth rate of the layer is decreasing with the increasing of the proportion of the dopant and the chlorine contaminatin from the HfCl_4 is raise (s. top figs.).

The dielectric constant can be adjusted via doping concentration.

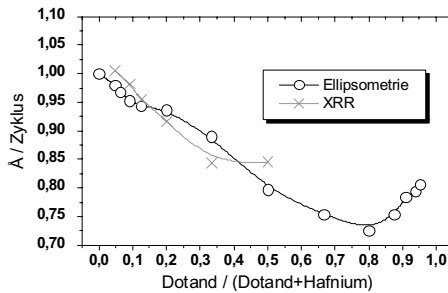
The conformity of the layer in the trench is very good for both, HfO_2 and doped HfO_2 (s. bo. figs.).



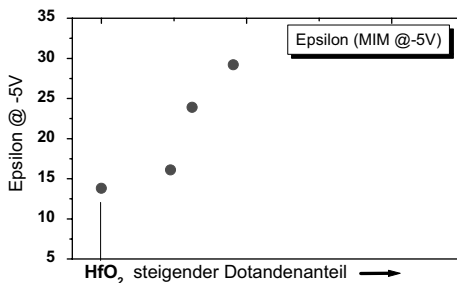
Chem. Zusammensetzung (RBS) und Schichtwachstum (Ellipsometrie) der dotierten HfO_2 -Schichten
Composition (RBS) and film growth rate (ellipsometry) of doped HfO_2 -films



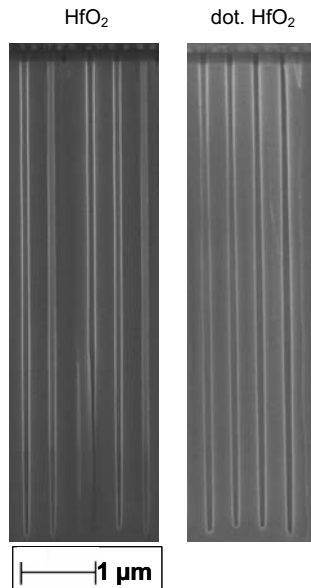
Dotandenanteil in der Schicht in Abhängigkeit vom ALD-Zyklusverhältnis
Dopant portion depending on portion of different ALD cycles



Schichtwachstumsraten in Abhängigkeit vom Dotandenanteil
Layer growth rate depending on dopant portion



Relative Dielektrizitätszahl in Abhängigkeit vom Dotandenanteil
Relative permittivity depending on dopant portion



Konformität der Kantenbedeckung im Trench
Film conformity at the trench walls

Untersuchungen des Einflusses einer RTP Behandlung auf Ohmsche und Schottky-Kontakte von Metallen mit p- und n-Halbleitern ZnO

Investigation of RTP on Ohmic and Schottky contacts of metals with n- and p-semiconductor ZnO

Projektleiter: Dr. C. Wenzel (Teilthema IHM TU Dresden)
Mitarbeiter: DI H. Hiemann, DP U. Merkel
Förderer: Internationales Büro des BMF
Laufzeit: 01.07.2006 – 30.06.2009
Projektpartner: IPLIT der Russischen Akademie der Wissenschaften Shatura, FhG IWS Dresden

Zielstellung

Ziel des Projektes ist der Erhalt stabiler Ohmscher bzw. Schottky-Kontakte ausgewählter Metallschichten aus Ta, Ti, Ni, Mo, Au und Pt mit halbleitenden p- und n-Schichten von ZnO und Si (Vergleich) durch die Variation des PLD-Beschichtungsprozesses (aufbauend auf Ergebnissen eines WTZ-Projektes von 2001-2004) und einer schnellen thermischen Behandlung der Halbleiteroberfläche vor bzw. nach der Schichtherstellung (RTP) mittels Laserstrahlung.

Im Rahmen eines anderen Forschungsprojektes werden mittels gepulster Laserablation (PLD) ZnO-Schichten unterschiedlicher Dotierung hergestellt und charakterisiert. Zum Zweck der elektrischen Kontaktierung werden auf diese Schichten unterschiedliche Metalle abgeschieden mit dem Ziel, entweder einen Ohmschen Kontakt mit niedrigem Kontaktwiderstand oder einen stabilen Schottkykontakt mit n-n bzw. n-p-Barriere zu erhalten. Es soll der Einfluss einer schnellen thermischen Behandlung mit Laserbeschuss auf die Kontakteigenschaften untersucht werden. Insbesondere sind elektrische, strukturelle und auch chemische Veränderungen im Kontaktbereich zu analysieren.

Für die Herstellung sowohl des Halbleiters als auch der Metallschicht soll die PLD (Excimerlaser) Anwendung finden. Ein Vergleich mit gesputterten und mittels ARC-Verdampfen hergestellten Schichten ist vorgesehen. Die PLD getützte Abscheidung soll zusätzlich mit einer Veränderung des energetischen Spektrums der Laserfackel durch einen CO₂ Laser einhergehen. Hier werden besonders vorteilhafte Auswirkungen auf das Kontaktverhalten erwartet. Für das RTP werden Laser mit einer Oberflächenwirkung (248 nm) und einer Volumenvirkung (10,6 µm) verwendet. Die strukturellen Veränderungen im Kontaktbereich werden mittels Röntgenbeugung bzw. Röntgenreflektometrie untersucht. Die möglichen chemischen Veränderungen sind mit einer Tiefenverteilungsanalyse (AES/XPS) zu charakterisieren. Die elektrischen Messungen werden sich insbesondere auf die Bestimmung der I-U-Kennlinien und des Kontaktwiderstandes mittels TLM Methode stützen.

Ergebnisse

Erste experimentelle Arbeiten zur Charakterisierung von PLD ZnO-Schichten auf verschiedenen Substraten (Si, SiO₂, Saphir) mittels elektrischer Messtechniken und AFM wurden durchgeführt. Es wurde ein Arbeitsplan für das Jahr 2007 erstellt.

Objective

In general, the basic demands to a stable metal-semiconductor interface are an ohmic contact, low resistance and high adhesion. Up to now, the fabrication of stable ohmic contacts to n-, p-ZnO is very complex and unsatisfactory. Especially, for p-ZnO there are no satisfied solutions. This is due to problems in the fabrication of highly doped p-ZnO, to degradation effects of the metal-semiconductor interface and finally, to stochastic variations of the I-U characteristics. It is supposed that a rapid thermal annealing of the semiconductor surface

can change the surface/interface properties and promotes the formation of stable ohmic contacts.

Silicon and n-/p-ZnO surfaces should be treated with laser irradiation before or after contact metal deposition. The metals are Ti, Ta, Ni, Mo, Au, Co, Pt. The target is to get ohmic contacts with good adhesion and low contact resistance. The contact behavior will be investigated as a function of the type of metal layer, the deposition parameters and the thermal treatment with two types of laser irradiation. Further, it is necessary to characterize the chemical and structural changes in the interface region.

Metal deposition: PLD with and w/o acceleration of plume ions (Magnetron sputtering and arc deposition for comparison)

Thermal treatment: Laser irradiation with 248 nm and 10,6 μm

Electrical characterization: I-U characteristics

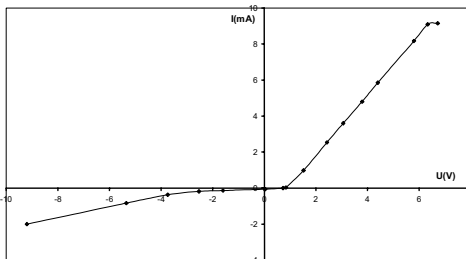
Structural investigation: X-ray diffraction; Surface Morphology: AFM

Elemental investigation: AES/XPS

Degradation: thermal and electrical stress

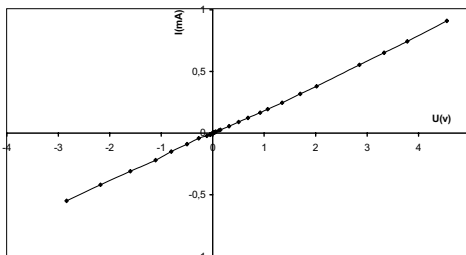
Results

First investigations has been carried out. The results are relating to the deposition of ZnO thin films onto different substrates (silicon; silicon dioxide, sapphir).



I-U-Kennlinie einer ZnO:Ga/p-Si Diode.

I-U plot of a ZnO:Ga/p-Si diode



I-U-Kennlinie eines Ta/n-ZnO/Ti Kontaktes

I-U plot of a Ta/n-ZnO/Ti contact

Kleinster spezifischer Kupferwiderstand in NANO-Leitbahnen (KUWANO)

Minimized specific Copper Resistance in NANO wiring (KUWANO)

Projektleiter: Prof. J. W. Bartha/Dr. C. Wenzel
Bearbeiter: DI H. Wojcik, Dr.-Ing. C. Klaus, N. Trumpaicka, DI C. Kubasch
Förderer: BMBF-Verbundprojekt „Verbinden“, Unterauftrag AMD
Laufzeit: 01.04.2006 - 31.03.2009

Zielstellung

Der Beitrag des Instituts für Halbleiter- und Mikrosystemtechnik in diesem Projekt konzentriert sich auf die Herstellung von Barriere- und Saatschicht und auf die elektrische Charakterisierung des Zwischenebenenisolators, um Aussagen über die Barrierenstabilität und die Zuverlässigkeit des Chip-Verdrahtungssystems zu erhalten. Die besondere Bedeutung liegt in der Untersuchung und der Evaluierung einer neuen Technologie zur Abscheidung der Barrierschicht und evtl. auch eines Teils der Saatschicht. Parallel zu Arbeiten am CNT werden in situ Untersuchungen zum Aufwachsen der Barrierschicht durchgeführt, um über Precursor-Auswahl und Parameteroptimierung optimale Bedingungen für die nachfolgende Kupfergalvanik zu generieren mit dem Ziel, einen möglichst geringen spezifischen elektrischen Leitbahnwiderstand zu erreichen.

Ergebnisse

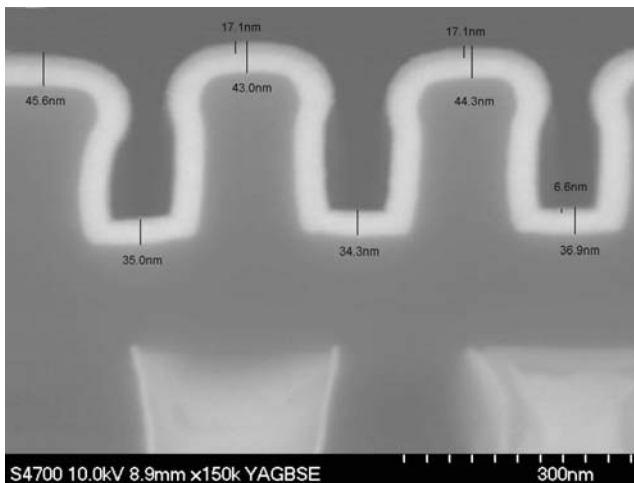
ALD-Verfahren ermöglichen eine nahezu 100%ige Beschichtungskonformität in sub-100 nm Strukturen, bestehend u.a. auch aus (porösen) low-k Materialien. Ta-basierte plasmagestützte ALD-Schichten können eine elektrische Leitfähigkeit von ca. 300 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$ und kleiner und eine zu PVD vergleichbare Barrierewirkung erzielen. Thermische ALD-Schichten sind um Größenordnungen schlechter elektrisch leitend und haben eine niedrigere Barrierenstabilität. Ru-basierte plasmagestützte ALD-Schichten sind auf diesen Ta-basierten plasmagestützten ALD-Schichten abscheidbar und erreichen einen spezifischen elektrischen Widerstand von ca. 80 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$. Die Haftung von Cu auf Ta-basierten ALD-Schichten ist mangelhaft gegenüber PVD. Durch eine Kombination aus PVD/ALD oder die Verwendung einer Cu-Legierung kann das Entnetzungsverhalten der Cu-Saatschicht verbessert werden. Darüber hinaus bildet eine Ru-basierte ALD-Schicht einen für Cu günstigen Untergrund.

Objective

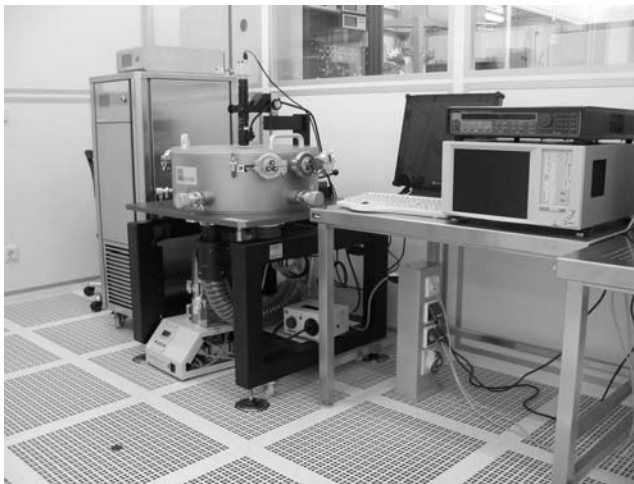
The Institute of Semiconductor Technology and Microsystems concentrates in this scientific project on the fabrication of barrier and seed layer with alternative deposition technologies like Atomic Layer Deposition (ALD) or the combination of this one with modified PVD techniques. Furthermore the barrier stability and the integration performance of alternative materials will be investigated. Electrical characterization of low-k dielectrics and the interaction between diffusion barrier and dielectric round off the attempt to minimize the specific electrical resistance of copper lines.

Results

The Atomic Layer Deposition (ALD) affords a high quality conformal layer deposition in sub-micron pattern consisting of (porous) low-k dielectrics. Plasma enhanced and tantalum based ALD films possess a relative low electrical resistance of about 300 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$. The barrier stability against copper diffusion is comparable to a PVD film barrier. The electrical resistivity of thermal ALD films is much higher by some order of magnitude. In contrary the barrier stability is lower. Plasma enhanced Ru based ALD films can be deposited onto such tantalum ALD films in good quality. The specific electrical resistance achieves a value of about 80 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$. The adhesion strength of copper on Ta ALD films is quite poor in comparison with Ta PVD films. A combination of ALD and PVD processes or the use of alloyed copper result in significantly higher adhesion strength of the seed layer. At last the Ru based ALD film seems to be a beneficial starting layer for electroplated copper.



Strukturkonforme TaN/Ru Doppelschicht in einer Grabenstruktur
Conformal TaN/Ru film in a trench



Neuer Waferprober für die elektrische Charakterisierung von low-k Dielektrika
New waferprober for the electrical characterization of low-k dielectrics

Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 13N9082 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

The project described in this publication was funded by the German Federal Ministry of Education and Research, registered under funding number 13N9082. The author named in the publication bears responsibility for all published contents.

Elektrische Charakterisierung von SACVD-Schichten

Electrical characterization of SACVD layers

Projektleiter: Prof. J. W. Bartha / Dr. C. Wenzel
Bearbeiter: Dr.-Ing. C. Klaus
Förderer: SAB
Laufzeit: 01.02.2006 - 30.06.2007

Zielstellung

Ziel des Projektes ist die vergleichende elektrische Charakterisierung verschiedener Isolatorschichten auf der Basis von SiO_2 . Dabei sollen insbesondere die Eigenschaften einer mittels SACVD (Sub-Atmospheric pressure Chemical Vapor Deposition) erzeugten Schicht mit denen mit anderen Prozessen hergestellten Schichten verglichen werden. Dazu sollen einerseits die dielektrischen Eigenschaften (Permittivität, Verlustfaktor), andererseits das Leckstrom- und Durchbruchverhalten herangezogen werden. Die Leckströme der verschiedenen Materialproben sind mit Hilfe von Leckstrommodellen zu analysieren, um Rückschlüsse auf die entsprechenden Leckstrommechanismen zu ermöglichen. Weiterhin ist das Durchbruchverhalten statistisch zu untersuchen, um Schichtdefekte quantitativ als Maß für die Zuverlässigkeit der hergestellten Schichten zu erfassen.

Ergebnisse

Die Untersuchung der dielektrischen Eigenschaften der Materialproben erfolgte an MIM (Metall-Isolator-Metall)-Strukturen. Für die Messungen standen Proben mit Isolatordicken von 100 nm bzw. 350 nm und Elektrodenflächen von 0,03125 mm², 0,125 mm², 0,5 mm² und 2 mm² zur Verfügung. Die beiden oberen Bilder zeigen die Ergebnisse für die Permittivität und den Verlustfaktor.

Für die Strom-Spannungs-Messungen wurden Proben in MIS (Metall-Isolator-Semiconductor)-Struktur verwendet. Es wurden Leckstromkurven aufgezeichnet die mit Hilfe von Leckstrommodellen hinsichtlich ihrer Mechanismen analysiert wurden. Weiterhin wurden Durchbruchmessungen durchgeführt, aus denen neben der Durchbruchfeldstärke die Dichte der vorhandenen Schichtdefekte bestimmt wurde (Bilder unten).

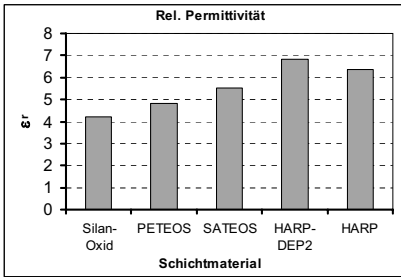
Objective

The objective of the project is the comparing electrical characterization of insulating layers basing on SiO_2 . In particular the properties of a layer produced by SACVD (Sub-Atmospheric pressure Chemical Vapour Deposition) should be compared with layers created by other processes. The dielectric properties (permittivity, dissipation factor) on the one hand and the leakage current und breakdown behaviour on the other hand should be regarded to. The leakage currents of the different material probes are to be analyzed by means of leakage current models to make conclusions on the corresponding leakage current mechanisms possible. Furthermore the breakdown behaviour is to be investigated in a statistical way to detect layer defects as a measure for the reliability of the layers.

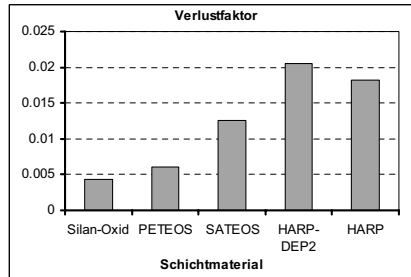
Results

The investigation of dielectric properties of the material probes has been carried out on MIM (Metal-Insulator-Metal) structures. Probes with insulator thickness of 100 nm resp. 350 nm and electrode areas of 0.03125 mm², 0.125 mm², 0.5 mm², and 2 mm² were available for the measurement. The results for permittivity and dissipation factor are shown in the top figs.

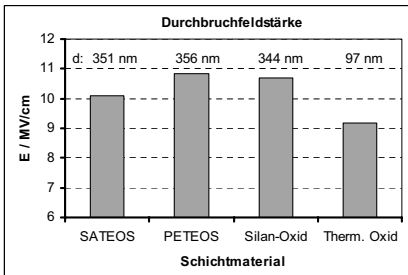
For current-voltage measurement probes in MIS(Metal-Insulator-Semiconductor) structure were used. Leakage current curves to be analyzed with regard to their mechanisms have been recorded. Furthermore breakdown measurements have been made to determine the breakdown field strength and the density of occurring layer defects (lower figs.).



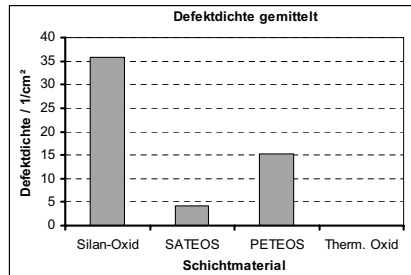
Relative Permittivität
Relative Permittivity



Verlustfaktor
Dissipation Factor



Durchbruchfeldstärke
Breakdown Field Strength



Defektdichte
Defect Density

Gefördert im Rahmen der Technologieförderung mit Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) und mit Mitteln des Freistaates Sachsen
The project described in this publication has been funded in line with the technology funding for regional development (ERDF) of the European Union and by funds of the Free State of Saxony.

Poröse Ultra-Low-k-Dielektrika – Abscheidung, Ausheilung, Strukturierung, Planarisierung, Integration

Porous Ultra Low-k Dielectrics – Deposition, Curing, Structuring, Planarization, Integration

Projektleiter: Prof. J. W. Bartha / Dr. C. Wenzel
Bearbeiter: Dr.-Ing. C. Klaus, N. Trumpaicka, DI C. Kubasch
Förderer: BMBF über AMD
Laufzeit: 01.07.2006 - 30.06.2009

Zielstellung

Ziel des Gesamtprojektes ist die Erarbeitung einer Technologie zum Einsatz poröser Ultra-Low-k-Dielektrika als Zwischenebenenisolator in einem innovativen Cu-Leitbahnsystem für die Chipverdrahtung. Die Teilaufgabe des IHM besteht in der elektrischen Charakterisierung des Verdrahtungssystems, insbesondere des Dielektrikums hinsichtlich der dielektrischen Eigenschaften (Permittivität, Verlustfaktor) und des Leckstrom- bzw. Durchbruchverhaltens. Von besonderer Bedeutung ist dabei die Neigung der porösen Materialien zur Feuchteaufnahme, sodass elektrische Messungen unter definierter Feuchteatmosphäre im Vordergrund stehen.

Ergebnisse

Zur Durchführung der Messungen unter definierter Atmosphäre wird ein Prober mit einer Vakuumkammer benötigt. Dieser befindet sich im Aufbau (Bild li.). Erste vergleichende Untersuchungen erfolgten an einem konventionellen Prober unter Umgebungsbedingungen. Das Bild re. zeigt Ergebnisse für die Messung der Permittivität verschiedener Materialien, die an ganzflächig beschichteten Substraten gewonnen wurden. Für das poröse Dielektrikum (ULK) ergab sich im Vergleich der geringste Wert, der dennoch größer ist, als es die Materialeigenschaften erwarten lassen. Hier könnte die Feuchteaufnahme einen wesentlichen Einfluss haben.

Es erfolgten Untersuchungen an Teststrukturen auf Produktwafern, an denen Leckstrom- und Kapazitätsmessungen zur Bewertung der Materialien unter Einsatzbedingungen durchgeführt wurden. Auch hier wurden erste Vergleichswerte unter Umgebungsbedingungen aufgenommen.

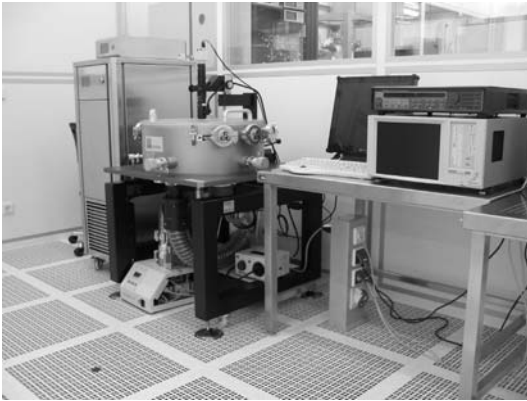
Objective

The objective of the entire project is to create a technology for application of porous ultra low-k dielectrics as inter-layer insulator in an innovative copper conducting system for chip wiring. The part of the IHM consists in electrical characterization of the wiring system and of the dielectric with regard to the dielectric properties (permittivity, dissipation factor) and the leakage current and breakdown behaviour in particular. The propensity of moisture absorption is of special importance in this case. So the electrical measurement in a defined moistened atmosphere comes to the fore.

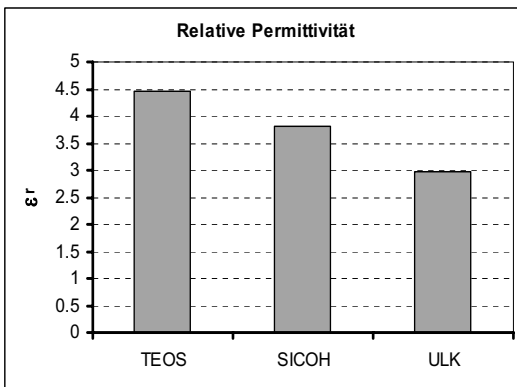
Results

For carrying out the measurements in a defined atmosphere a prober possessing a vacuum chamber is required. This one is currently in the build-up phase (le. fig.). First comparing investigations have been carried out using a conventional prober under environmental conditions. The figure ri. shows results of permittivity measurements of several materials being gained on homogenous coated substrates. For the porous dielectric (ULK) in comparison the minimum value has been offered which is nevertheless larger as expected from material properties. At this point the absorption of moisture could have an essential influence.

Furthermore investigations of test structures on product wafers measuring leakage current and capacity for evaluation of the materials under application conditions have been made. First comparison results for environmental conditions have been produced.



Vakuumprober
Vacuum Prober



Permittivität verschiedener Dielektrika
Permittivity of different dielectrics

Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

The project described in this publication was funded by the German Federal Ministry of Education and Research. The author named in the publication bears responsibility for all published contents.

Materialentwicklung und –charakterisierung für Speichieranwendungen, realisiert durch eine Kondensator – Route (KONDOR)

Material development and material research for storage applications, realization by capacitor routes

Projektleiter: Prof. J.W. Bartha / Dr. M. Albert
Bearbeiter: Dr. C. Richter / DI A. Jahn
Förderer: BMBF
Zeitraum: 16.07.2007 – 31.07.2010
Projektpartner: NaMLab gGmbH, Qimonda Dresden GmbH Co. OHG

Zielstellung

Ziel des Forschungs- und Entwicklungsvorhabens ist der Aufbau von Kompetenz zur Materialentwicklung und –charakterisierung, speziell für Speicher- und Transistoranwendungen. Hauptaugenmerk liegt auf der engen Verbindung zwischen Grundlagenforschung und Industrieforschung. Das Bild zeigt die geplante Arbeitsteilung zwischen der TU Dresden, der NaMLab gGmbH und der Firma Qimonda innerhalb von Kondensator – Routen im Projekt.

Ergebnisse

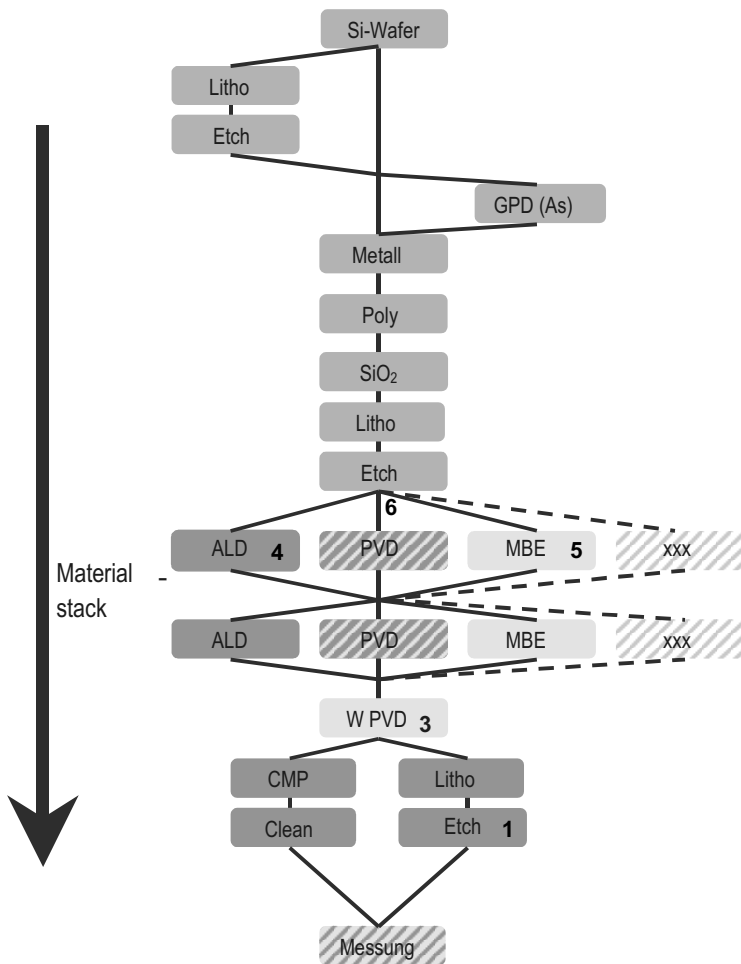
Im Startzeitraum 2007 sind Literatur- und Patentrecherchen zu Dielektrika mit hoher Dielektrizitätskonstante durchgeführt worden. Weiterhin erfolgten erste Durchläufe für Kondensatorteststrukturen.

Objective

The objective of this research project is constitution of expertise, especially in storage and transistor applications. We want to develop effective cooperation between fundamental research and industrial research. The figure displays the cooperation between TUD, NaMLab and Qimonda using capacitor routes in the project.

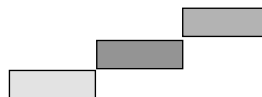
Results

During the first period we accomplished patent and literature inquiries for subject high – k dielectric. Furthermore we carried out first investigations on capacitor structures.



Aufgabenteilung innerhalb der Kondensator-Routen

- Vorarbeit Industriebetrieb
- TU Dresden/IHM
- NaMLab



Entwicklung einer Prozesskette für die Herstellung, die Verarbeitung und den Einsatz von beschichteten Bonddrähten

Development of a process line for manufacturing, processing and application of coated wires

Projektleiter: Prof. J. W. Bartha/Dr. C. Wenzel
Bearbeiter: DI C. Nobis, Dr.-Ing. C. Klaus, H. Hiemann, Dr.-Ing. F. Rudolf, DI C. Liess
Förderer: BMBF Verbundprojekt
Projektpartner: AEMTec Berlin, Bosch Schwieberdingen, Danfoss Schleswig, EADS Ulm, F&K Delvotek Bondtechnik Ottobrunn, MSE Berg, W.C. Heraeus Hanau, FhG IWM Halle, FhG IZM Berlin
Laufzeit: 01.09.2006 - 31.08.2009

Zielstellung

Gegenstand des Projektes ist die Untersuchung von Au- sowie Cu-Drähten mit sprödharten Beschichtungen mit Schichtdicken im nm-Bereich für das US-Wedge-/Wedge-Bonden bei Raumtemperatur. Als Ziele des Projekts sind das Verständnis des Bondens mit diesen Drähten allgemein und die Evaluierung von beschichteten duktilen Drähten $\leq 25\mu\text{m}$ Durchmesser sowie von beschichteten Bändchen zu nennen. Es werden dabei die Zuverlässigkeit und die Standzeit von Drähten vor und nach der Beschichtung beurteilt und Draht-Pad-Systeme untersucht. Durch andere Projektpartner werden Fragen zur Bondtechnik derartiger Drähte sowie die dafür notwendigen Eigenschaften von Tools und Schwingersystemen bearbeitet. Damit sollen ein evaluiertes Produkt von der Herstellung der Drähte bis Bewertung der Zuverlässigkeit der Bonds für die relevanten Einsatzgebiete sowie die nötigen Werkzeuge für die Verarbeitung geschaffen werden.

Ergebnisse

Die Drahtbeschichtung wird durch DC-Sputtern aus einem Rohrtarget mit Magnetron-Unterstützung realisiert. Zusätzlich wird durch eine Arc Suppression Unit der Prozess verbessert und eine glattere Oberfläche erreicht. Untersuchungen zeigen, dass Parametervariationen am Druck und der Leistung nahezu keine Veränderungen der Bondbarkeit bewirken, wenn gleiche Schichtdicken betrachtet werden.

Als wichtige Schichteigenschaften haben sich also die Schichtdicke und die Oberflächenstruktur herausgestellt. Während letztere unter anderem die Qualität des Oxidationsschutzes bei Kupfer begrenzt, ist die Schichtdicke bei Golddrähten von Interesse. Generell sind Au-Drähte mit mehr als 10 nm Schichtdicke bei Zimmertemperatur bondbar, während zu dicke Schichten durch Bildung intermetallischer Al-Au Phasen Ausfallerscheinungen (Bondabheber) bei entsprechender thermischer Belastung zeigen.

Der Oxidationsschutz für Cu-Drähte ermöglicht u.a. eine Verarbeitung des Drahtes über mehrere Tage und Wochen hinweg.

Um die Drähte zu testen, wurden sie auf verschiedene verbreitete Substrate, wie Goldkeramiken und Wafer-Metallisierungen gebondet, getestet und gealtert. Nahezu alle getesteten Draht/Substrat-Kombinationen waren gut bondbar und zeigten auch im Alterungsprozess bei 180 °C, 500 h zumeist ein die Forderungen nach DSV Merkblatt 8211 erfüllendes Verhalten. Auch deutlich destruktivere Testbedingungen (>300 °C, 150 h) wurden von einigen Kontaktsystemen noch erfüllt.

Im Weiteren Verlauf des Projekts ist die Zielstellung das bessere Verständnis des Bondprozesses sowie das Testen weiterer Materialien als Beschichtung. Darüber hinaus sollen die Technologien in die industrielle Fertigung überführt werden.

Objective

The objective of the project is to prepare wires which are room temperature bondable and have a low resistivity. This is required to bond ICs that are temperature susceptible like monolithic sensor ICs or chips with new backend low-k-materials that may not be heated for bond-

ing. A possibility to combine those wanted preferences is to coat a low resistance wire with a material that usually is room temperature US wedge wedge bondable, such as aluminium. The projects purpose is to investigate the preferences of the coated layer and of the material stacks that arise from bonding such wires onto common substrate types. While the investigated coating material is aluminium, the wires are thin gold and copper wires or thin gold strips.

Other partners of the project investigate and engeneer tools to bond those wires and strips, where the task is to reduce the aluminium deposit on those tools. The aim is to create an evaluated product to bond sensitive chips at room temperature, investigate the long term characteristics of such bond material systems and to engeneer the required bond tools. At last the quality criteria for reliable connections shall be adapted.

Results

While the creation of aluminium layers is a quite common task within the semiconductor industry, the deposition on wire surfaces is a bit harder to handle. It is done by magnetron DC sputter deposition from a cylindrical target. An anti-arcing unit supports the process to get smoother surfaces as a result of it. Argon is used as sputter gas at pressures between 0.1 and 1 Pa. Investigations show a relative layer property independence of power and pressure.

The impact of the layer's properties has first been investigated. It has been found that neither too thin nor too thick layers support the bonding process. Wires with layers of less than 10 nm seem to be unbondable, while layer thicknesses above 30 nm cause lift offs when aging those wires. The impact of the layer depends on the wire type. On top of gold wires the aluminium layer makes US wedge wedge bonding possible, while the layer grants oxidation protection on copper wires. The oxidation protection is needed for processing copper wires longer than one or two days.

The manufactured wires had been tested bonding them onto several common substrates as wafer metallisations or flashgold ceramics and have been aged after bonding usually. Nearly all bond systems passed a quite moderate long term test at 180 °C Air over 500 hours still fulfilling the requirements given by the "DSV-Merkblatt 8211", a standard that defines testing conditions for bonded wires (quality management). At very hard testing conditions at ambients over 300 °C the metals began to migrate, but some contact systems even passed tests after 150 hours at those conditions. Compared to pure Al wire bonding the coated wires have shown much better aging results and an improved bonding behaviour.

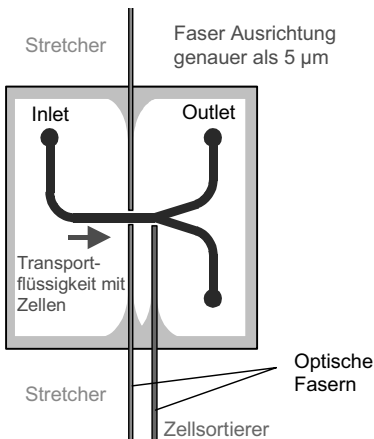
Laser-Stretching in opto-fluidischen Mikrosystemen - Ein neues Verfahren zur Zelldiagnose und Zellseparation im Life-Science-Bereich

Laser-Stretching in opto-fluidic microsystems - A novel technology for cell diagnostics and cell separation in life science

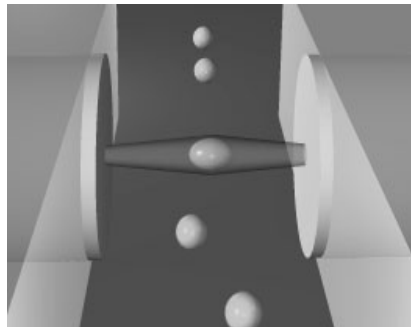
Projektleiter: Dr. C. Wenzel (Teilthema TU Dresden)
Bearbeiter: Dr. K. Richter, Dr. C. Klaus
Förderer: Sächsische Aufbaubank GmbH
Laufzeit: 01.02.05 - 30.04.07
Projektpartner: GeSiM mbH Großerkmannsdorf, Uni Leipzig - Abt. Physik der weichen Materie, Euroderm GmbH Leipzig

Zielstellung

Ziel des Projektes war es, mit Hilfe der Einbindung eines Laserstrahles in ein mikrofluidisches System die Verformbarkeit einzelner biologischer Zellen unter der Wirkung des Laserstrahles zu untersuchen. Diese innovative Technologie soll zur verbesserten Krebsdiagnose und zur Trennung von Stammzellen aus heterogenen Zellpopulationen Verwendung finden. Das Wirkprinzip des sog. Laser-Stretchers ist in den folgenden beiden Bildern dargestellt.



Prinzipdarstellung der Mikroskopierzelle zum Laser-Stretching
Principle of the microfluidic chip for laser stretching



Prinzip des Laser-Stretching in opto-fluidischen Mikrosystemen
Principle of laser stretching of organic cells in opto-fluidic mirosystems

Die Mikroskopierzelle sollte als Polymerteil aus PDMS geformt werden, wobei ein strukturierter Silizium-Wafer als Abformmaster zur Anwendung kommen sollte. Ein Schwerpunkt der Projektarbeit des IHM bestand in der technologischen Realisierung des Abformmasters für den Mikrodurchflussschip mit integrierten optischen Glasfasern zur Einkopplung des Laserstrahls. Die Herstellung dieser Silizium-Abformmaster erforderte, dass Strukturen mit positivem Ätzprofil und minimaler Oberflächenrauheit erzeugt werden können.

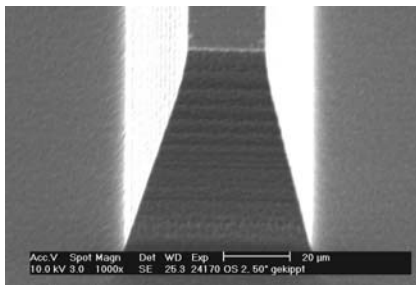
Die in kurzer Zeit geplante Umsetzung der Forschungsleistungen in ein verkaufsfähiges Produkt verlangte sowohl von der Gerätesteuerung als auch von der Ergebnisauswertung von Beginn der Entwicklung an eine PC-gestützte Arbeitsweise, die wiederum den Forschungsaufwand reduzieren und eine Beschleunigung der Untersuchungen bewirken kann. Das IHM hatte in diesem Zusammenhang Beiträge zur Software-Entwicklung und zur Gestaltung der Datenverarbeitung zu leisten. Das zu realisierende Laborgerät sollte hardwareseitig aus folgenden Komponenten bestehen:

- Fluidiksystem mit Spritzenpumpen zur Bereitstellung der Messlösung
- Lasersystem zur optischen Anregung der Zellen
- Bilderfassungssystem

Die Steuerung dieser Komponenten und die Auswertung der Messergebnisse sollten durch eine zentrale Software erfolgen.

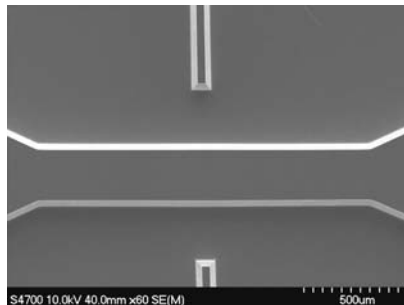
Ergebnisse

Mit Hilfe eines speziell entwickelten DRIE-Ätzprozesses (PPE) wurden in Silizium Strukturen mit positivem Ätzprofil zu realisiert. Ein dabei entstehender Silizium-Überhang unterhalb der Ätzmaske könnte jedoch zur Unbrauchbarkeit des Abform-Masters führen, da sich das Formteil so nur schlecht oder gar nicht aus der Form lösen lässt. Deshalb wurde eine Technologie zur Nachbearbeitung der geätzten Strukturen entwickelt, die den Überhang beseitigt und gleichzeitig die Siliziumoberfläche glättet. Sie beinhaltet die Entfernung der Ätzmaske, Reinigung des Wafers und ein ganzflächiges Nachätzen mit einem modifizierten PPE-Prozess. Das linke Bild zeigt eine so hergestellte Struktur, das rechte den Kanalbereich einer abgeformten Mikroskopierzelle aus PDMS. Das untere Bild zeigt das komplette Mikrosystem.



Erzeugte Struktur in Silizium nach erfolgter Nachbehandlung (Detailsicht)

Pattern in silicon after posttreatment (detail)



Kreuzungsbereich einer abgeformten Mikroskopierzelle als Polymerteil aus PDMS

Realized fluidic microsystem cast from PDMS (channel region in detail)

Als weiteres Modul der Steuersoftware wurde das Bildverarbeitungssystem entwickelt. Es stellt die zentrale Komponente des Gesamtsystems dar, welche die Signale für die zeitliche Koordinierung der Laser- und Fluidiksteuerung liefert. Das System bietet einfache Funktionen zur Konfigurierung einer Kamera und ermöglicht die Erfassung, Visualisierung und Speicherung der aufgenommenen Bilder. Die Bildauswertung ist im Offline-Modus durch Abspielen aufgezeichneter Bildsequenzen und im Online-Modus möglich, bei dem eine direkte Auswertung des Kamerabildes erfolgt. Dieser Modus ist zur Steuerung des integrierten Gesamtsystems notwendig, bei dem eine automatische Bildauswertung in Echtzeit zu realisieren ist. Dazu wurde eine Funktion zur Einzelobjekterkennung implementiert, mit der Position und Dimensionen der zu untersuchenden Zellen bestimmt werden können.

Objective

The aim of the project was the integration of a novel laser-method in a microfluidic system. The so called "Optical Stretcher" shall be used for the measurement of the deformation of separated organic cells. The results should be available for quick cancer diagnostics and for the separation of specific cell types from a heterogeneous cell population. The principle is shown in the first two figures above.

Development and technological realization of the microfluidic chip with integrated glass fibers for the laser beam were focal points of the project work. The microsystem itself shall be

fabricated as plastics moulding made of a polymer like PDMS. A patterned silicon wafer should be used for casting mould. In this case the realization of positive etch profiles with tilt angles between 60 and 90° and a well defined roughness of the surface of the etched patterns were requirements to the patterning process.

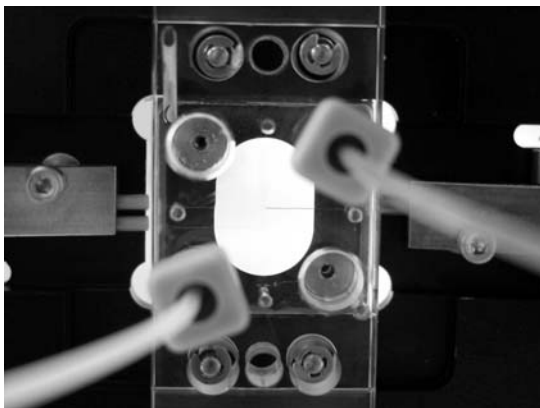
The hardware of the labour device, which was to be realised, consists of a fluidic system with syringe pumps for supply of the measuring solution, a laser system for optical stimulation of the cells and a frame grabber system. The control of these components should be carried out by a central software.

Results

Using a special developed silicon etching process (PPE) positive etch profiles could be created. Unfortunately an undesired small silicon seam right below the etch mask commonly is obtained after silicon patterning with positive etch profiles. It can cause the uselessness of the created device, especially in case of casting moulds. If so, a formed component cannot be separated from the mould easily.

Therefore we developed a technology for the posttreatment of the etched patterns to remove the overhanging silicon and reduce the roughness of the surface simultaneously. The after-treatment includes the following steps: removal of the etch mask, wafer cleaning and overetch of the complete surface of the wafer using a modified positive profiles creating etching process. A typical result is shown in the third figure in detail. The fourth figure shows the channel region of a realized fluidic microsystem cast from PDMS. The experimental setup of the complete fluidic microsystem is presented in the figure below.

An image processing system has been developed as a further module of the control software. It represents the entire system's central component generating the signals for time coordination of laser and fluidic control. The system proves simple functionality for camera configuration and realizes acquisition, visualization, and recording of the grabbed images. The image analysis can be carried out in offline mode by replaying recorded image sequences and in online mode by direct analysis of the camera image. This mode is necessary for controlling the integrated system demanding realizing an automatic real-time image processing. Therefore it has been implemented a function for single object recognition determination of position and dimensions of the cells to be investigated can be done by.



Versuchsanordnung des optischen Stretchers mit eingebauter Mikroskopieszelle
Experimental setup of the complete fluidic microsystem

Simulationskonzept für 32-nm-CMOS-Technologien (SIMKON) zum Thema: Untersuchung chemischer und physikalischer Grenzflächenvorgänge während der Oxid-CMP

Investigations of chemical and physical surface interactions during the oxide CMP

Projektleiter: Prof. Dr. J. W. Bartha / Dr. U. Künzelmann
Bearbeiter: DI H. Schumacher, DC K. Estel, DC S. Wauresch
Förderer: BMBF / Unterauftrag Qimonda Dresden GmbH & Co. OHG
Laufzeit: 01.07.2007–30.06.2010

Zielstellung

Im Schwerpunkt: „Modellierung grundlegender Wechselwirkungen zwischen Pad, Slurry und Wafer“ werden am IHM Untersuchungen zum besseren Verständnis der chemisch-mechanischen Wechselwirkungen bei der Oxidpolitur an der Grenzfläche SiO_2 -bedeckte Silizium-Waferoberfläche / Poliersuspension (Slurry) unter gleichzeitigem Eingriff des Poliermittel-trägers (Pad) durchgeführt. Bei der chemisch-mechanischen Politur (CMP) von high-density-plasma-Siliziumdioxid (HDP- SiO_2) in der shallow-trench-isolation (STI)-Technologie wird alternativ zum SiO_2 als Abrasivum CeO_2 in den Slurries eingesetzt.

Im Projekt sollen die an der Grenzfläche Oxid/Slurry/Pad ablaufenden chemischen Vorgänge mit Hilfe einer Reihe von Polierversuchen aufgeklärt werden, bei denen die Komplexität der Slurries schrittweise erhöht wird. Vor allem aber sollen Infrarot-(IR)-spektroskopische in situ-Experimente während simulierter Polieraktionen chemische Verbindungen und Reaktionen auf der SiO_2 -Schicht sichtbar machen. Die Technik der abgeschwächten Totalreflexion (ATR) ermöglicht es, die spektroskopischen Messungen durch das IR-transparente Silizium von der Rückseite des Wafers aus durchzuführen. Zur Adaption dieser Technik sind vor allem in der Anfangsphase des Projektes eine Reihe messtechnischer Probleme zu lösen.

Ergebnisse

Eine vorbereitende Studie am IHM befasste sich mit der Erzeugung und dem Test geeigneter Einkoppelstrukturen für die infrarote Strahlung. Dabei wurde auf der Rückseite doppelseitig polierter Wafer Si-volumen-mikromechanisch V-förmige Gitterstrukturen mit {111}-Facetten erzeugt. Durch diese kann die infrarote Strahlung in einem relativ breiten Bereich des Einfallswinkels θ_{global} in das Silizium derart eingekoppelt werden, dass sie an der Grenzfläche Silizium/Oxid totalreflektiert wird (erstes Bild). Dabei dringt am Reflexionspunkt S_B eine abgeschwächte Welle in das angrenzende optisch dünnere Medium (SiO_2 und evtl. auch Slurry) ein. Befinden sich im Bereich der Eindringtiefe (d_p) der Welle IR-absorbierende Stoffe, so sind diese durch ihre Absorptionsbanden im Reflexionsspektrum nachweisbar. Bei einer Wellenzahl von 1000 cm^{-1} und einem Reflexionswinkel von ca. 50° ist die Eindringtiefe an dieser optischen Grenzfläche z. B. etwas kleiner als $1 \mu\text{m}$. Sie vergrößert sich mit kleiner werdender Wellenzahl sowie bei Annäherung an den Grenzwinkel der Totalreflexion; am optischen Interface Si/ SiO_2 wäre das bei einem Reflexionswinkel von $\theta_2 \approx 25^\circ$ der Fall.

Im Versuch wurden vergleichend traditionelle IR-Mehrfach-Reflexionselemente (RE) aus Silizium mit 3 mm Dicke, 50 mm Länge und 45° Einfallswinkel sowie unsere sog. Fresnel-Strukturen auf ca. 500 nm dicken, doppelseitig polierten Si-Wafern hinsichtlich ihrer Eignung für die geplanten Untersuchungen charakterisiert. Dazu wurden die Oxidschichten auf den beiden Arten von Reflexionselementen – ausgehend von knapp 1000 nm Dicke – schrittweise abgedünnt. Bei jeder der einzelnen Oxiddicken erfolgte die Aufnahme von IR-Spektren sowohl ohne als auch mit einer auf das Oxid geklebten Silikon-Kautschuk-Schicht. Damit wurde die kritische Oxiddicke ermittelt ab der d_p unterschritten und die IR-Banden des Silikon-Kautschuks sichtbar werden. Außerdem wurde beurteilt, wie sich dabei die spektrale Intensitätsverteilung der einzelnen Banden entwickelt. In beiden Fällen erscheinen erst unterhalb einer kritischen Oxidschichtdicke von $d_{\text{SiO}_2} < 800 \text{ nm}$ zunehmend die Banden des

Silikon-Kautschuks. Gleichzeitig nehmen im Fall der Fresnel-Struktur die Bandenintensitäten für das SiO_2 bei 1050 cm^{-1} wieder ab.

Das Mehrfach-Reflexionselement mit dem deutlich längeren Lichtweg ist wegen der starken Eigenabsorption des Siliziums im Spektralbereich der Oxidschwingungen nicht transparent. Der Spektrenvergleich beider Systeme mit SiO_2 -Schichtdicken von jeweils d_{SiO_2} ca. 170 nm ist im zweiten Bild dargestellt. Die Fresnel-Strukturen ermöglichen durch den kurzen Lichtweg und die ATR-typische Intensitätserhöhung im Bereich niedriger Wellenzahlen empfindliche in situ-Untersuchungen für Substanzen mit Schwingungsbanden in diesem Bereich (z. B. Oxide); aber auch Vorgänge mit Stoffen, die charakteristische Banden im Fingerprint-Bereich des IR-Spektrums aufweisen, sind gut verfolgbar. Traditionelle Mehrfach-RE sind vorteilhaft und empfindlich, wenn Substanzen mit charakteristischen Banden im Valenzschwingungsbereich (z. B. $\nu\text{-CH}_3$, $\nu\text{-Si-H}$ u. a.) bei hohen Wellenzahlen untersucht werden sollen. Auch in diesem Fall sind mit geeigneten Messzellen – zumindest an modellhaft gleichen Grenzflächen – in situ-Untersuchungen durchführbar.

Objective

Within the key activity 'Modelling of fundamental interactions between pad, slurry and wafer' we investigate of the chemical-mechanical interactions during the oxide polish at the interface SiO_2 -covered silicon wafer surface / slurry with the action of the pad at the same time. For the chemical mechanical polish (CMP) of high density plasma silicon dioxide in the shallow trench isolation (STI) process CeO_2 -based slurries are alternatively used instead of the traditional SiO_2 as polishing agent.

In order to elucidate chemical processes at the interface oxide/slurry/pad, polishing experiments with slurries of successively increasing complexity will be performed. First of all in situ experiments involving infrared (IR) spectroscopy during simulated polishing actions should expose chemical compounds and reactions at the silica surface. The attenuated total reflection (ATR) technique provides recording spectra through the IR transparent silicon from the backside of the wafer. However, the application of this technique implies a series of technical difficulties which have to be solved initially.

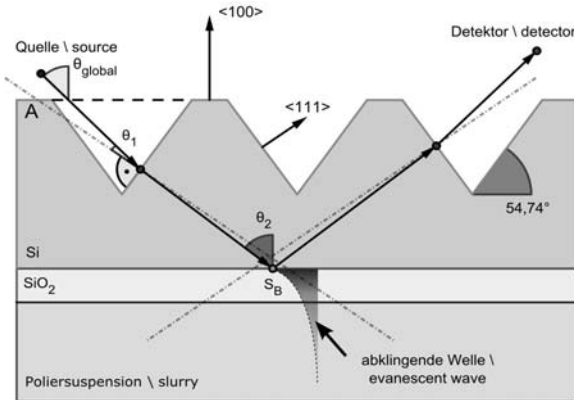
Results

A preliminary study at the IHM dealt with the fabrication and the test of IR optical wave couple structures. The polished backside of a wafer was silicon volume micromechanically structured with grids of V-grooves exposing $\{111\}$ facets. The IR radiation can enter these facets in a relatively broad variation of θ_{global} always enabling total reflection at the interface Si/SiO_2 (cf. 1st fig.). At the reflection point S_B an evanescent wave penetrates the adjacent optically thinner medium (SiO_2 and eventually slurry, too). If there are IR absorbing substances within the penetration depth (d_p) of the evanescent wave, their absorption bands can be detected in the spectra. For instance at a wavenumber of 1000 cm^{-1} and a reflection angle θ_2 of roughly 50 deg the value of the penetration depth at this optical interface is insignificantly lower than $1\text{ }\mu\text{m}$. The values of d_p increase with lower wavenumbers and when θ_2 approaches the critical angle of total reflection which is roughly 25 deg at the Si/SiO_2 interface.

Comparable measurements with both the conventional silicon multiple reflection elements (RE, thickness: 3 mm, length: 50 mm, 45 deg faces) and the so-called Fresnel structures prepared at double side polished Si wafers with a thicknesses of about 500 nm elucidated their applicability for the projected investigations. For that purpose the oxide thicknesses at the wafer face opposite to the Fresnel structures as well as those at both flat faces of the multiple-RE were stepwise thinned starting with a value of roughly 1000 nm. In each step IR spectra of i) the bare oxide face and ii) with a silicon rubber foil sticking on the oxide face in succession were recorded. So it was possible to find the critical value of the oxide thickness where it goes below d_p and the IR bands of the silicon rubber appear. Furthermore the spectral intensities of the different bands are characterised: in both of the optical configurations this critical oxide thickness is reached at $d_{\text{SiO}_2} \leq 800\text{ nm}$. In case of the Fresnel structures the intensity of the SiO_2 -band at 1050 cm^{-1} diminishes with decreasing d_{SiO_2} , again.

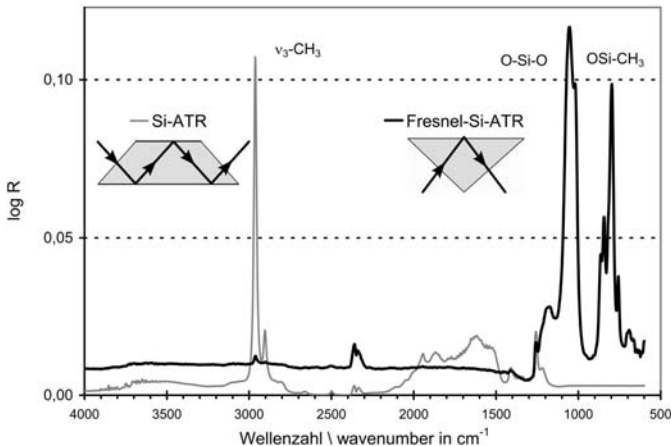
Because of the long light path and the relatively strong lattice vibration bands of the silicon the multiple-RE is not transparent in the region of the oxide bands.

The 2nd figure shows spectra of silicon rubber at approx. 170 nm SiO₂ for both measuring methods: Fresnel-structures provide enhanced sensitivities for substances with vibrations in the low wavenumber spectral region of the oxide bands and sufficient sensitivity within the fingerprint region of organics. They are well suited for in situ applications. Multiple-RE in contrast shows advantages in the high wavenumber spectral region with the majority of the valence vibrations (e. g. ν -CH₃, ν -Si-H etc.). With adequate measuring cells and the respective mechanical facilities multiple RE in-situ measurements could be realised, too.



Schema einer IR-Einkoppelstruktur, hergestellt mittels Si-Volumen-Mikromechanik (nicht maßstabgetreu)

Schema of an IR coupling structure, fabricated by Si volume micro-mechanics (not to scale)



ATR-Spektren von Silikonkautschuk: — Mehrfach-RE; — Fresnel-Struktur (d_{SiO_2} ca. 170 nm)

ATR spectra of silicon rubber: — multiple RE; — Fresnel structure (d_{SiO_2} approx. 170 nm)

4.2. Forschungsprojekte an der Professur Mikrosystemtechnik

Intrinsisch leitfähige Polymere als halbleitende Schichten in organischen Feldeffekttransistoren (OFET) auf flexiblen Schaltungsträgern

Intrinsically conducting polymers as semiconducting films in organic field effect transistors on flexible substrates

Projektleiter: Prof. W.-J. Fischer / Dr.-Ing. M. Plöthner
Bearbeiter: DI S. Richter
Förderer: DFG im Schwerpunktprogramm "Organische Transistoren"
Laufzeit: 01.04.01 - 31.03.07 (1. bis 3. Förderperiode)
Projektpartner: TUD-IMTC, TUD-IPEC

Zielstellung

Es werden lösliche Thiophen-Derivate als p-halbleitender Kanal in organischen Dünnschichttransistoren auf flexiblen Substraten eingesetzt.

Ziel der Entwicklung am IHM ist der Aufbau stabiler organischer Feldeffekttransistoren mit guten elektrischen Eigenschaften auf flexiblen Unterlagen mit einfachen, d.h. kostengünstigen Techniken. Schwerpunkte sind die Entwicklung und Präparation der Testvehikel zur Charakterisierung und gezielten Einstellung der elektronischen Eigenschaften der Filme, ihre Strukturierung und Kontaktierung sowie die Materialauswahl, -charakterisierung und Gesamttechnologieentwicklung auf flexiblen Substraten.

Ergebnisse

Stoffliche Basis der zurückliegenden Arbeiten waren vom Projektpartner TUD-IMTC synthetisiertes Dihexyl-Sexithiophen und Butyl-substituiertes Quaterthiophen, die zur Abscheidung mittels Aufschleudern in Chloroform, Chlorbenzol bzw. Xylol gelöst werden. Vergleichend wurden kommerzielle Oligo- und Polythiophene sowie speziell aufgereinigtes Poly-3-Oktyl- und Poly-3-Hexylthiophen untersucht.

2007 wurden die Arbeiten mit der weiteren Untersuchung von anodisch gebildetem Al-Oxid als Gate-Dielektrikum, das sich zur Abscheidung auf polymeren Trägerfolien eignet, abgeschlossen. Die Schichten wurden mittels AFM und REM an Oberflächen sowie an Querschnitten, XPS sowie Elektrischer Impedanzspektroskopie charakterisiert. Die gewonnenen Informationen über Zusammensetzung und Struktur unterschiedlich prozessierter Oxidschichten wurden mit den elektrischen Eigenschaften aus Messungen an MIM-Strukturen korreliert werden, und so geeignete Prozessbedingungen ermittelt.

Der zur Abscheidung und Strukturierung des organischen Halbleiters wurde vorzugsweise der in Zusammenarbeit mit der GeSiM mbH Rossendorf entwickelte Tintenstrahldruck eingesetzt. Ein wesentlicher Vorteil der strukturierten Abscheidung gegenüber der weit verbreiteten ganzflächigen Beschichtung ist die deutliche Verringerung von Gate-Lecks schon bei der Testung unterschiedlicher Halbleitermaterialien. Mit der gegebenen Pipettiereinrichtung wurden Linien ab 90 µm Breite mit Dicken im Bereich von 10 .. 50 nm gedruckt.

Es wurden OFETs mit verschiedenen organischen Halbleitern, Lösungen, Beschichtungstechniken, Gatedielektrika und Substraten hergestellt und charakterisiert. Beste Eigenschaften wurden an tintenstrahl-gedruckten Transistoren aus Xylol-Lösung von gereinigtem P3HT auf Si/SiO₂-Substraten mit Ladungsträgerbeweglichkeiten von $2 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ gemessen, auf Folienträgern mit Ta₂O₅-Gate-Dielektrikum $2 \cdot 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{Vs}$. Mit P3HT-Transistoren mit Al₂O₃-Dielektrikum auf Folienträgern wurden mit $2 \cdot 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ erreicht.

Objective

We are focused to soluble thiophene derivatives serving as p-type semiconducting channel of organic field effect transistors on flexible substrates.

The main objective of the project is the development of organic field effect transistors on flexible substrates with the only use of easy, i.e. low-priced technologies. Key tasks are the design and the preparation of testing vehicles for the characterization and optimization of the

electronic properties of the organic semiconducting films, and the complete technology necessary to establish organic field effect transistors on flexible substrates. This refers to materials, film preparation and patterning, and interaction, too.

Results

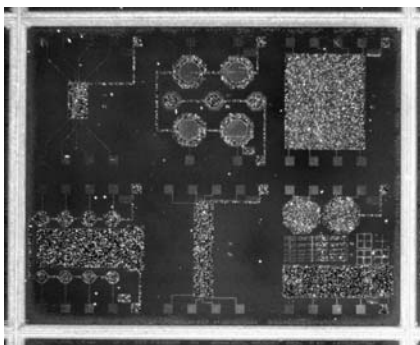
Our partner TUD-IMTC is synthesizing oligo- and polythiophenes with various substitutes for deposition onto different substrates from liquid solution. Additionally, we include commercial P3OT, P3HT and DH6T, in parts with subsequent purification.

We investigated the preparation and the properties of anodically formed Al-oxide for use as gate dielectrics. The Characterization was performed by AFM, high-resolution SEM, XPS and electrical impedance spectroscopy. Composition and structure of oxides resulting from different processing conditions were compared with electrical characteristics resulting from measurements on MIM test structures to find optimal processing conditions.

Together with GeSim mbH Großerkmannsdorf we developed a ink-jet printing process for deposition and patterning of the organic semiconductor. Major aims were to prevent from the large edge bead and to improve the controlled film formation. Using solvent mixtures the homogeneity of the film thickness was strongly improved. Controlled solvent evaporation at elevated substrate temperatures led to slightly higher charge carrier mobilities.

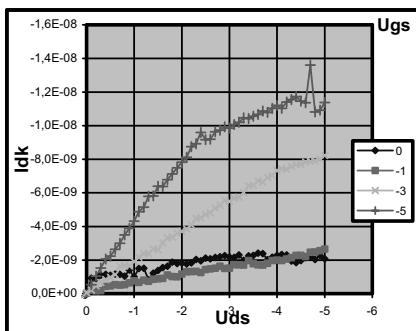
Investigations on film formation improvement by using self-organizing coupling layers as well as on the use of encapsulating layers to protect the semiconductor against environmental impact did not lead to satisfying results.

We developed, fabricated and tested OFETs from different thiophenes, solutions, deposition techniques, gate dielectrics, and substrates. The best results we obtained arose from purified P3HT solved in xylene and ink-jetted on Si/SiO₂-substrates yielding carrier mobilities of $2 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{Vs}$; on polymer substrates we measured $2 \cdot 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ as maximum using Ta₂O₅ as gate dielectrics. First transistors made from P3HT on polymeric substrates with Al and anodic Al-oxide coatings showed mobilities of $2 \cdot 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{Vs}$.



Folienchip mit OFETs

Flexible PI chip with OFETs



Ausgangskennlinie eines OFET mit P3HT (drop-casting) auf Folie mit Al₂O₃-Dielektrikum
Measured output characteristic of an OFET with drop-cast P3HT on PET with Al₂O₃-dielectric

Dang, X.-D., Ploetner, M., Plieth, W., Richter, S., Fischer, W.-J.: Aluminum oxide film as gate dielectric for organic FETs: Anodization and characterization. *phys. stat. sol. (a)*, 2007 (avail. online)
Plötnner, M., Richter, S., Fischer, W.-J., Dang, X.-D., Plieth, W., Zelenetskaya, K., Jähne, E., Adler, H.-J.: Entwicklung organischer Feldeffekttransistoren auf flexiblen Schaltungsträgern auf Basis von Thiophenderivaten. Abschlussbericht zur 3. Förderperiode des Vorhabens im DfG-Schwerpunktprogramm 1121 „Organische Feldeffekttransistoren“. TU Dresden, 2007

Dünne TiO₂-Schichten mit multifunktionaler Anwendbarkeit

Thin TiO₂-films layers with multifunctional applicability

Projektleiter: Prof. W. -J. Fischer / Dr. O. Berger
Förderer: DFG im Sonderforschungsbereich „Textilverstärkte Verbundkomponenten für funktionsintegrierende Mischbauweisen bei komplexen Leichtbauanwendungen“
Projektlaufzeit: 01.01.07 – 31.12.07
Projektpartner: Institut für Leichtbau, Institut für medizinische Technik

Zielstellung

Dünne TiO₂-Schichten haben multifunktionale Eigenschaften und können daher in verschiedenen Bereichen wie Gassensorik, Photokatalyse, Biologie und Medizintechnik angewendet werden. Es wird die Korrelation zwischen Struktur und Eigenschaften dieser Schichten untersucht. Dabei können Mikrostruktur und Phasenzusammensetzung mit den Herstellungsverfahren und -parametern sowie nachfolgenden Modifizierungen eingestellt werden.

Ergebnisse

Die Photokatalyse an Titanoxid liegt in den Halbleitereigenschaften des Materials begründet (z.B. bei TiO₂ in der Modifikation als Anatas). Für die praktische Anwendung eignen sich besonders Schichtent. Das Bild li. ob. zeigt die Mikrostruktur einer solchen TiO₂-Schicht in Anatas-Modifikation. Die elektrische Leitfähigkeit kann mit Licht angeregt werden. Wenn Licht mit einer Wellenlänge kürzer als 385 nm einfällt, reagieren die TiO₂-Nanokristalle mit der Luftfeuchte. Dabei entstehen OH[•]-Radikale, die über ein sehr hohes Oxidationspotential verfügen. Dieses führt zu einer Zerstörung von in der Luft vorhandenen Schadstoffen, wie z.B. Formaldehyd und Nikotinrauch, zum Abbau toxischer Gase wie CO₂, CH₄, NO_x, Ozon und Fluorchlorkohlenwasserstoffen, sowie zum Abtöten von Mikroorganismen. Es wurden dünne TiO₂-Schichten hergestellt und deren photokatalytische Aktivität gegenüber NO_x und Ozon untersucht. Das Bild ob. re. zeigt das Ergebnis verschiedener Untersuchungszyklen für die Zerlegung von Ozon.

Oberflächen von Titandioxid weisen nach Bestrahlung mit kurzwelligem Licht eine besondere Affinität zu Wasser auf. So entstehen hydrophile Oberflächen, Wassertropfen zerfließen zu einem hauchdünnen Film, welcher Schmutzpartikel unterwandert und wegspült. Zusätzliche positive Effekte sind z.B. Antibeschlageigenschaften sowie desinfizierende Wirkungen - organische Verschmutzungen werden abgebaut und ein Bewuchs feuchter Oberflächen mit Algen oder Flechten wird wirksam vermieden.

Die Biokompatibilität ist für Implantate entscheidend. Um für Knochenersatz eine möglichst innige und dauerhafte Grenzfläche zwischen Implantat und Gewebe zu erzeugen können TiO₂-Beschichtungen verwendet werden, die eine feste chemische Bindung zwischen dem künstlichen Material und dem Knochen bilden. Der größte Vorteil von TiO₂ ist, dass die Schichten durch die Veränderung ihrer Phasenzusammensetzung und ihre steuerbare Oberflächenbeschaffenheit (Kristallitkorngröße, spezifische Oberfläche, Porosität, Rauheit) speziell angepasst werden können. Die Bio-Kompatibilität von modifizierten TiO₂-Schichten wurde gegenüber L929 Fibroblast-Zellen untersucht. Das linke untere Bild zeigt das hervorragende Zellwachstum und somit die hohe Biokompatibilität. Durch UV-Bestrahlung der Schicht wird das Zellwachstum eingeschränkt (Bild re. un.).

Objective

Thin TiO₂-layers are characterized by a multifunctional character and can be applied in various areas. This includes gas sensors, photocatalytic, antibacterial and biocompatible applications. Aim of this work is the investigation of the correlation of structure and properties of this coatings directed to these applications. Microstructure, phase composition and properties are determined by the preparation method and ist parameters as well as by subsequent modification, such as thermal treatments.

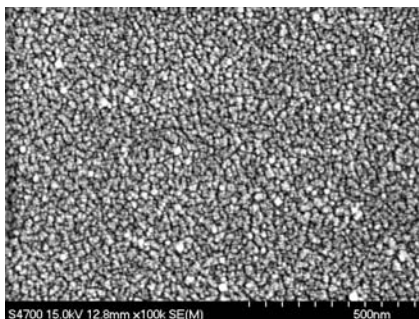
Results

The photocatalytic activity of titanium oxide is based on its semiconducting properties, e.g. TiO_2 with a certain crystal modification, such as Anatase. For the practical application it is advantageous that titanium oxide exists as layers deposited on a substrate. The first picture shows the microstructure of such a TiO_2 -layer. Conductivity is caused by daylight or UV artificial light. In this case TiO_2 nanocrystals react with the humidity and form OH^\bullet -radicals, having a high oxidation potential.

This oxidation potential destroys also pollutants in the air, such as formaldehyde and nicotine fume, but also toxic gases such as CO_2 , CH_4 , NO_x and hydrochlorofluorocarbons, but also microorganisms. Thin TiO_2 -layers were prepared and their photocatalytic activities against NO_x and ozone were studied. The 2nd figure shows the destruction of ozone.

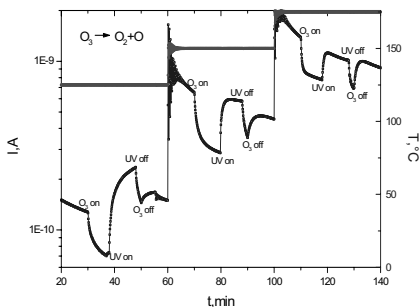
Surfaces of titanium oxide show after irradiation by sun or UV light a high affinity for water. Hydrophilic surfaces are formed by this mechanism. Simultaneously organic pollutions will be destroyed and algae and lichen can not grow.

Biocompatibility is decisive for implants. It is the advantage of TiO_2 that the layers can be adapted for these applications through the change of the phase composition and the tailoring of the properties (grain size, specific surface, porosity, roughness). Biocompatibility of modified TiO_2 -layers was studied with L929 cells. The bottom left figure shows the strong cell growth and, consequently high biocompatibility. UV radiation of the layer decrease the growth of the cells (see fig. bo. rt.).



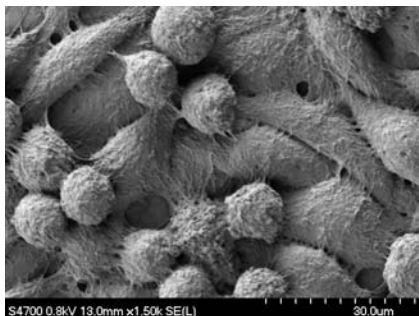
Mikrostruktur eine Anatasschicht

Microstructure of the Anatase layer



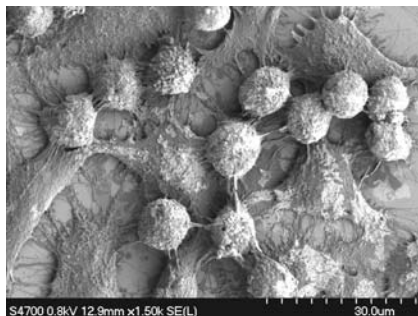
Zerlegung von Ozon an einer photocatalytisch aktiven TiO_2 -Schicht

Destruction of ozone by a photocatalytic active TiO_2 -layer



Wachstums der Fibroblast-Zellen auf der TiO_2 -Schicht

Growth of cells at the surface of a modified TiO_2 -layer



Veränderung des Wachstums der Fibroblast-Zellen nach UV-Bestrahlung der TiO_2 -Schicht

Change of cell growth at the surface of a modified TiO_2 -layer after exposure to UV light

Passives drahtloses Sensornetzwerk für Anwendungen in der Medizintechnik (SmartSens)

Passive Wireless Sensor Network for Medical Applications

Projektleiter: Prof. W.-J. Fischer / Dr. U. Marschner
Förderer: BMBF
Laufzeit: 01.04.2006-31.01.2008
Projektpartner: IHM-HLT, TUD-IFTE, Krankenhaus, Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie Witten (DWR)

Zielstellung

Als "Smart Dust" oder "intelligenter Staub" werden extrem miniaturisierte Mikrosysteme bezeichnet, die aus Sensoren, einer Signalverarbeitungseinheit, einem Funkmodul sowie einer Energiequelle bestehen und in der Lage sind, in einem Netzwerk drahtlos Informationen auszutauschen. Einsatzmöglichkeiten für solche Systeme bestehen außerhalb der militärischen Anwendungen vor allem im Medizinbereich, wo z.B. auftretende mechanische Spannungen detektiert werden müssen.

Im Vorhaben soll ein passives drahtloses Sensornetzwerk für die Messung und drahtlose Übertragung mechanischer Größen zu realisiert werden. Extrem kleine Mikrosysteme, die die Fähigkeit haben, Daten zu erfassen und drahtlos zu übertragen sind durchaus realisierbar, wenn gewisse Einschränkungen, die aber für die vorgesehenen Anwendungen im Medizinbereich nicht wesentlich sind, zugelassen werden. Aufgrund einer fehlenden Miniaturenergiequelle wird auf den Einsatz aktiver Bauelemente (Schaltkreise, Transistoren) ganz verzichtet. Die Systeme befinden sich in einem räumlich eng begrenzten Bereich, so dass die Entfernung zur externen Lesestation (Reader) unter 50 cm liegt.

Objective

Extremely miniaturized micro systems are called "Smart Dust" when they consist of sensors, a signal processing unit, a RF transmitter as well as an energy source to exchange wirelessly information in a network. Applications for such systems exist outside of military applications particularly in the medicine area where, for example, mechanical stress must be detected.

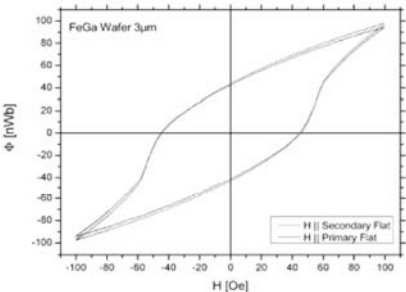
In the project a passive wireless sensor network for the measurement and wireless transmission of mechanical quantities is to be realized. Extremely small micro systems, which have the ability, data to measure and to transfer wirelessly are quite realizable, if certain restrictions, which are not substantial for intended applications in the medicine range, are permitted. Due to a missing miniature energy source active elements (circuits, transistors) are passed on. The systems are in a spatially closely limited range, so that the distance to the external read-in unit (reader) is below 50 cm.

Ergebnisse

Für den Sensor wurde ein Arbeitsmodell spezifiziert und mit zwei Varianten analysiert. Bei der elektromechanischen Modellierung ergab sich eine Änderung der Induktivität bei Variante 1 von nur 0,0001 % und bei Variante 2 von 0,4 %, die daher weiter verfolgt wird. Bei der Charakterisierung der Schichteigenschaften stellte sich heraus, dass es möglich ist, mit gesputterten Gallenolschichten bei Verformung eine Änderung der relativen Permeabilität zu erzeugen, die messtechnisch erfassbar sind. Die Schichten müssen weiter optimiert werden. In erster Linie muss die Anisotropie beseitigt oder reproduzierbar gestaltet werden. Weiterhin muss geklärt werden, ob und gegebenenfalls wie die Textur verändert werden muss. Bei der Schichtcharakterisierung kam ein Probenhalter zum Einsatz, der am IFTE entworfen wurde. Bei der Wahl des Frequenzbandes wurden vor allem die Auswirkungen des Skineffektes auf den Spulenwiderstand analysiert. Der Skineffekt wirkt sich bereits bei Frequenzen von >10 MHz deutlich aus, so dass die Untersuchungen bei 4 MHz und 125 kHz fortgesetzt werden.

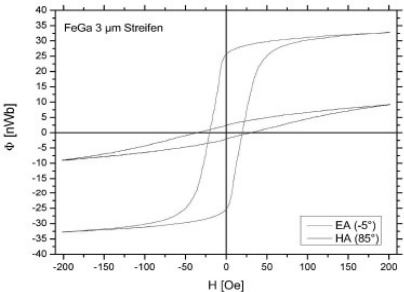
Results

For the sensor a working model was specified and analyzed with two variants. In the case of the electromechanical modelling a change of inductance resulted in the case of variant 1 of only 0.0001 % and in the case of variant 2 of 0.4 %, which is therefore investigated further. With the characterization of the layer characteristics it turned out that it is possible to produce with sputtered Galfenol layers a change of the relative permeability due to deformation which is detectable by instrumentation. The layers must be further optimized. Primarily the anisotropy must be eliminated or arranged reproducible. Further it must be clarified whether and if necessary the texture must be changed. During the layer characterization a sample holder was used, which was sketched at the IFTE. With the choice of the frequency band above all it was analyzed how the skin effect influences the resistance of the inductance. The skin effects is already detectable at frequencies of 10 MHz, so that the investigations are continued with 4 MHz and 125 kHz.

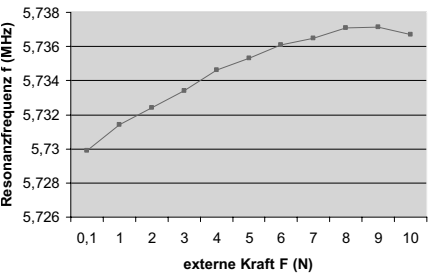


Hysteresekurve $B(H)$ als Funktion des Drehwinkels um die Oberflächen-normale gemessen; die Galfenolschicht steht unter Zugspannung, welche offensichtlich radial anliegt.

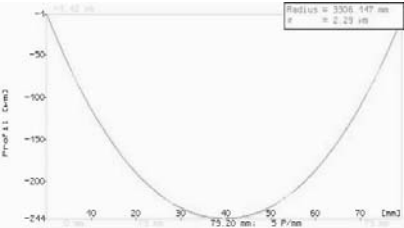
Hysteresis curve $B(H)$ measured as function of the angle of rotation around the surface-normal. The Galfenol layer is under tension, which obviously acts radially.



Magnetisch leichte und schwere Achsen bei rechteckig herausgeschnittenen Proben; erwartungsgemäß ist die Form der $B(H)$ -Kurve nun auch von der Lage auf dem Wafer abgängig. With rectangular cut out samples magnetically light and heavy axes showed up. As expected the form of the $B(H)$ curve is now also depending on the wafer orientation.



Gemessene Änderung der Resonanzfrequenz bei Biegebeanspruchung des Sensors
Measured change of the resonance frequency during bending load of the sensor



Verwölbung des Si-Wafers nach dem Sputtern
Warped Si wafer after sputtering

Hüftprothese mit telemetrischer Funktionsüberwachung (PROTEL)

Hip Prosthesis with Telemetric Monitoring

Projektleiter: Prof. W.-J. Fischer / Dr.-Ing. U. Marschner
Förderer: BMWA
Laufzeit: 01.01.2005-30.09.2007
Projektpartner: FhG IPMS Dresden, BG Kliniken Bergmannsheil Bochum, Universitätsklinik Dresden, Med-Titan, AST GmbH, Microelectronic Packaging Dresden GmbH, Ruwisch & Kollegen GmbH Berlin, Aesculap AG&CO.KG

Zielstellung

In Europa werden jährlich mehr als 150.000 und in den USA mehr als 300.000 Hüftendoprothesen implantiert. Lockerungen sind für Patienten in zunehmendem Maße ein Problem, da bei einer Implantatlockerung in der Regel eine Revisionsoperation mit möglichen Komplikationen notwendig wird. Zudem sind die Kosten einer Revision mit mehr als 15.000 € relativ hoch. Ziel des vorliegenden Projektes ist die drahtlose Erfassung von Prothesenlockerungen. Durch diese Methode soll in Zukunft ein digitales Qualitätssicherungssystem für Hüftprothesen aufgebaut werden (Diagnostik, technisches Qualitätssicherungssystem). Das zu entwickelnde Diagnosesystem soll aus einer implantierbaren Mikrosensor-/ Telemetrieinheit, einer extrakorporalen Sensormanschette mit Datenlogger und Datensender sowie einer PC-Auswerteeinheit bestehen. Damit ist eine unmittelbare Beurteilung des Zustandes der Prothese in der ärztlichen Praxis möglich.

Objective

In 5 to 10 % patients with implanted hip or knee prosthesis suffer from prosthesis loosening after 2 to 10 years. Revision surgeries are a financial strain (app. 15,000 €) and human emotional pressure. Our intention is to develop a wireless diagnostic system to detect prosthesis loosening. The system consists of an integrated part with sensors and telemetry and an extern part with sender/receiver and measurement evaluation software. It enables medical practitioners to evaluate the prosthesis condition. An integrated data logger function would allow the recording of stress profiles over a larger time period.

Ergebnisse

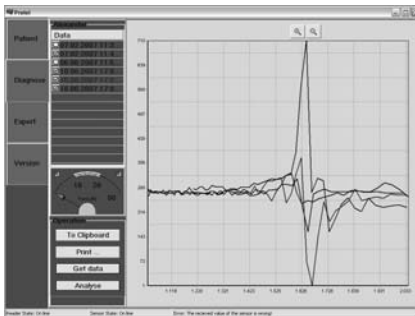
Als wesentlicher Baustein im Transpondermodul wurde der Lock-In-Verstärker in integrationsfähiger Form in Kooperation mit dem Fraunhofer IPMS aufgebaut und in seiner Funktionsweise optimiert. Der Einsatz des Lock-In-Verstärkers erfordert neben dem Anregungssignal die Bereitstellung eines Synchronisationssignales mit Anregungsfrequenz und bestimmter Phase. Dieses Signal wird vom Transponder generiert, der die notwendigen Informationen von der Steuerungssoftware über den Reader erhält. Zur externen Erzeugung des Anregungssignales wurde ein integrierter Sinusgenerator programmiert, der über eine serielle Schnittstelle vom Reader angesteuert wird. Weiterhin wurden durch das IHM die Shaker-Anregung der Prothese bzw. des Oberschenkelknochens und ein NF-Verstärker aufgebaut. Die Software zur Speicherung und Darstellung der Datensätze wurde weiterentwickelt.

Es wird davon ausgegangen, dass sich anhand der Schwingungsmessungen nicht unterscheiden lassen wird, ob eine distale oder proximale Lockerung der Hüftprothese vorliegt. Wichtig für das Erkennen einer Lockerung ist die Änderung der Frequenzmuster über einen längeren Zeitraum. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit regelmäßiger Messungen.

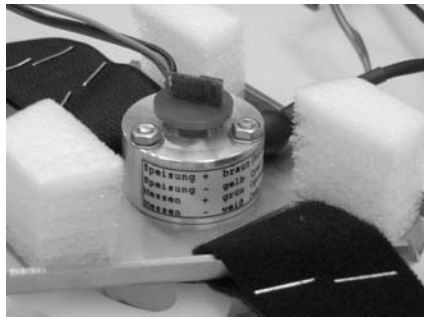
In Zusammenarbeit mit dem Projektpartner A.S.T. wurde eine Lösung zur drahtlosen Datenübertragung zum PC mittels ZigBee erarbeitet. Die Lösung umfasst ein Entwicklungsboard mit Softwareumgebung und einzelne Teilprogramme zur Testung und Datenübertragung. Zur Programmierung wurde die Bibliothek der Firma Chipcon verwendet, die kompatibel zur Serie RC220xAT der Firma Radiocrafts ist. Die Funktionstüchtigkeit des Moduls wurde über mehrere Meter nachgewiesen.

Results

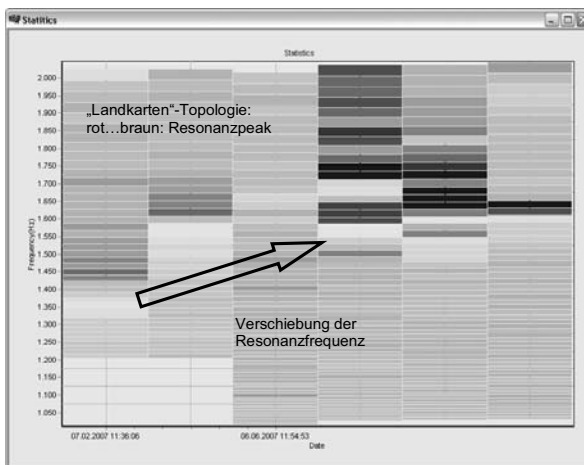
As substantial component in the transponder module a Lock-in amplifier was developed in cooperation with the Fraunhofer IPMS and optimized in its function. The employment of the Lock-in amplifier requires the supply of a synchronisation signal with excitation frequency and certain phase beside the excitation signal. This signal is generated by the transponder, which receives the necessary information over the reader. For the external generation of the signal an integrated sinus-wave generator was programmed. Further the Shaker excitation of the prosthesis and/or the thigh bone and an NF amplifier were developed by IHM. The software for storage and representation of the data records was developed further. For recognizing prosthesis loosening the change of the frequency patterns is important over a longer time period. Furthermore, in cooperation with the project partner AST a wireless data communication using ZigBee was developed. The solution covers a development board with software environment and individual sub-programs for testing and data communication. The library of the company Chipcon was used, who is compatible to the series RC220xAT of the company Radiocrrafts. The efficiency of the module was proven over several meters.



Amplituden am Lock-In-Verstärker-Ausgang
Amplitudes at the Lock-in amplifier output



Versuchsaufbau zur Shakeranregung
Experimental setup for shaker excitation



Darstellung der Resonanzverschiebung infolge veränderter Prothesenfestigkeit / Representation of the resonance shift due to changed prosthesis firmness

Weiterentwicklung der mikrosystemgestützten Verzahnungsdiagnose zur Getriebediagnose

Gearing Diagnosis by Microsystems

Projektleiter: Prof. W.-J. Fischer / Dr. U. Marschner
Förderer: Forschungsvereinigung Antriebstechnik (FVA)
Laufzeit: 01.09.2005 - 31.08.2007
Projektpartner: TUD-IMEMK

Zielstellung

Beim Condition Monitoring von Getrieben spielt neben dem direkten Schutz der Anlage vor Zerstörung auch die vorbeugende Instandhaltung eine wichtige Rolle. Diese bedingt aber ein frühzeitiges Detektieren eines Schadens, insbesondere bei Maschinen mit sehr langen Wartungsintervallen und/oder schwierigen Umgebungsbedingungen (wie z.B. Offshore-Windenergieanlagen). Das IHM hat sich als Aufgabe gestellt, ein mikroelektronisches System zur Diagnose von Fehlern in Seriengetrieben zu entwerfen und aufzubauen. Ein Ergebnis der Projektbearbeitung soll ein Demonstrator vorgestellt werden, der alle für die Signalerfassung, -konditionierung und -auswertung notwendigen Komponenten in kompakter Form integriert. Die Arbeiten umfassen auch die Implementierung der Diagnosealgorithmen.

Objective

The monitoring of transmissions is of increasing importance, not only for offerers of products and services condition of the monitoring, but also for the manufacturers of components (transmissions, engines etc..) and complete plants (wind force, etc..) as well as the operators of these plants. An early detection of damage is needed, in particular with machines with very long maintenance intervals and/or difficult site conditions (e.g. offshore wind power plants). IHM as task placed itself to sketch and develop a microelectronic system to the diagnosis of errors in series transmissions. As result a demonstrator is to be presented, all this for the signal collection, conditioning and evaluation necessary components in compact form integrated. The work covers also the implementation of the diagnostic algorithms on the basis of the C or MATLAB-description level.

Ergebnisse

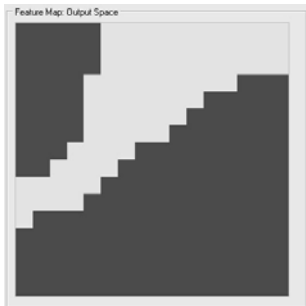
Nach der Bestückung des neuen A/D-Wandlermoduls wurde die Softwareintegration des A/D-Wandlers entsprechend einem modularen Aufbau der Software zur Einbindung der einzelnen Hardwarekomponenten vorgenommen. Für die hardwarenahen Funktionen des A/D Wandlers wurde ein C-Modul geschrieben, das eine einfache Anpassung an verschiedene A/D Wandler ermöglicht. Das Schnittstellenmodul für die Kommunikation zwischen DSP und A/D-Wandler über die serielle McBSP-Schnittstelle des Prozessors wurde zu einem Modul zusammengefasst. Die Abtastwerte werden zunächst in einem externen statischen (S)RAM abgelegt. Da auch Speicherplatz für Zwischenergebnisse – beispielsweise der Fouriertransformation – benötigt wird, stehen für die Messwerte 128 k x 16 Bit zur Verfügung. Bei einer Abtastfrequenz von 31,25 kHz können darin die 4,19 s lang gesammelten Abtastwerte einer Messstelle gespeichert werden.

Anhand der Merkmale, die auf der Grundlage der Messungen auf dem Maschinenprüfstand am IMM gewonnen wurden, wurde ein Neuronales Netz antrainiert. Mit seiner Hilfe wurden 256 Referenzvektoren antrainiert, die für die Abstandsklassifikation genutzt werden sollen. Als Merkmale wurden zunächst der Kammbandeffektivwert und der Effektivwert gewählt. Wie im Bild zu sehen ist, sind die Klassen „Gut“ (grün), „Vorwarnung“ (gelb) und „Defekt“ (rot) bei dieser Merkmalskombination eindeutig voneinander getrennt. Die Zuordnung wurde hier anhand der a-priori-Kenntnisse über den Schädigungszustand des Getriebes vorgenommen.

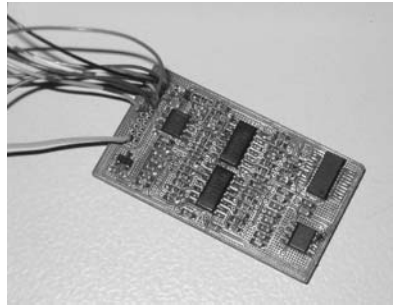
Results

Following the assembly of the new ADC modules the software integration of the A/D transducer was made according to a modular structure of the software for the integration of the

individual hardware components. For the hardware-near functions of the A/D of transducer a C-module was written, which makes a simple adjustment to different A/D for transducers possible. The interface module for communication between DSP and A/D transducer over the serial McBSP interface of the processor was combined into a module. The sample 128 k x 16 bit values get stored at first in an external static (S)RAM. It provides also a storage location for intermediate results - for example the fourier transformation. With a sampling rate of 31.25 kHz therein the 4.19 s of long collected samples of a measuring point can be stored. On the basis of the features, which were calculated using measurements on the machine test laboratory at IMM, a neural net was trained. With its assistance 256 reference vectors were trained, which are to be used for the distance classification. As characteristics first the comb volume rms and the rms were selected. As is to be seen in the Fig., the classes "property" (green), "preliminary warning" (yellow) and "defect" (red) are separated clearly with this characteristic combination. The allocation was made here on the basis the A-priori-knowledge of the damage condition of the transmission.

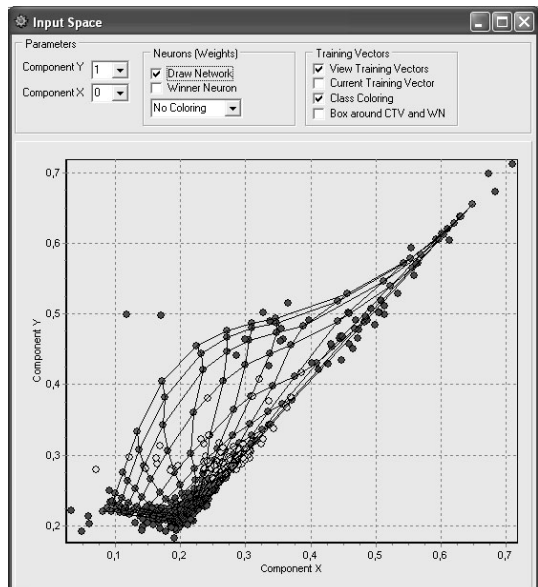


Zuordnung der Referenzvektoren
Mapping of the reference vectors



A/D-Wandler / A/D-Converter

Repräsentative Messwerte für die drei Schadensklassen und Referenzvektoren nach dem Training
Representative measurements for the three damage classes and reference vectors after training



Multisensorielles System zur Detektion komplexer biomedizinischer Daten und deren Telemedizinischer Übertragung (MUSE-TELEMED)

Multisensor System for the Detection of Complex Biomedical Data and their Telemetric Transmission

Projektleiter: Prof. W.-J. Fischer / Dr. U. Marschner
Förderer: Sächsische Aufbaubank
Laufzeit: 01.09.05 – 30.11.07
Projektpartner: RECO Medizintechnik Pirna, FhG-IPMS Dresden, SMT & Hybrid GmbH Dresden

Zielstellung

Ziel des Projektes MUSE-TELEMED ist die Entwicklung einer patientenfreundlichen telemedizinischen Lösung für das Screening von Schlafstörungen im Heimbereich. Der Patient darf während der Messungen nicht behindert werden, was durch die angestrebte kabelarme und flexible Gestaltung des Systems erreicht werden kann. Dies ist bisher für das Screening von Schlafstörungen im Heimbereich noch nicht realisiert worden. Das System soll sich in die vorhandene Technik der Schlaflabors einordnen, so dass von Anfang an mit einer hohen Akzeptanz bei den Krankenhäusern, Ärzten und den Krankenkassen gerechnet werden kann.

Objective

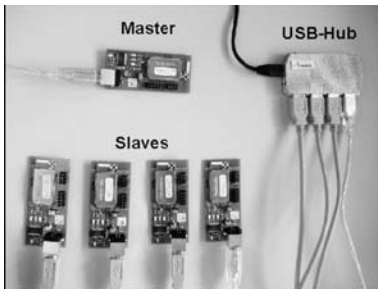
The goal of the project MUSE TELEMED is the development of a patient-friendly telemedical solution for the screening of sleep disturbances at home. Patients with sleep disturbances are today usually supervised and treated in the sleep laboratory stationary. This is costly and not in every case immediately necessary. In addition the test results are frequently falsified during the stationary stay, since they do not correspond to the domestic environment. It is therefore suggested to supervise the majority of the patients at home and only with an appropriate diagnosis in the sleep laboratory. These goals can be achieved with a new telemedical sensor and transmission system, which was developed in the project. In the sleep laboratory a multiplicity of sensors is used. The necessary instrument technique must be so simply manageable at home such that a patient as a medical layman can apply the sensors by itself without medical assistance.

Ergebnisse

Von der TUD (IHM) wurden Arbeiten zur vollständigen Messwerterfassung auf der Basisstation von allen Konzentratoren durchgeführt. Für die Umwandlung der Daten wurde ein EDF and EDF+ format creater geschrieben. Die Java serial port library für die Basisstation wurde für die Kommunikation modifiziert, ebenso wie die Bedienoberfläche. Es konnte eine fehlerfreie Datenaufzeichnung über 8 h unter Verwendung des Simulationsboards nachgewiesen werden. Vom 5-7.11.2007 wurde eine medizinische Laborerprobung am Fraunhofer IPMS erfolgreich durchgeführt und das vollständig drahtlos funktionsfähige System im internationalen Rahmen auf der MEDICA'07 mit einer positiven Resonanz präsentiert.

Results

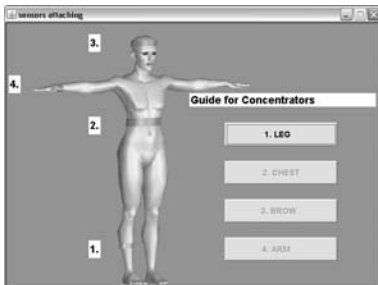
IHM's work was accomplished for a complete recording of measurements of all signal concentrators using the host station. For the transformation of the data an EDF and EDF+ format creater was written. The Java serial port library for the host station was modified for the communication, just as the control surface. An error free data recording over 8 h could be proven using the simulation board. A medical laboratory testing at the Fraunhofer IPMS was successfully accomplished and the completely wirelessly functional system had been presented at the MEDICA'07 with a positive resonance.



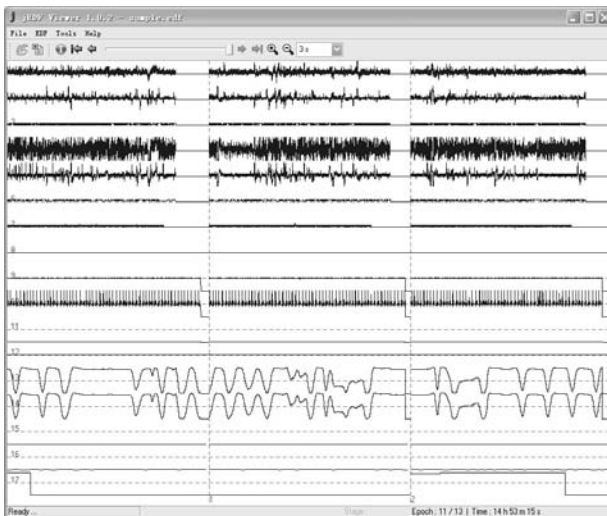
Test des ZigBee-Netzwerkes
Test of the ZigBee-Network



Basisstation und Signalkonzentratoren /
Host station and signal concentrators



Menü der Anlegehilfe /
Sensor installation support screen



Darstellung der Signale mit einem EDF-Viewer
Measured signals depicted by an EDF-Viewer

Herstellung von Nanostrukturen mittels Nanoimprinting (Entwicklung einer auf Nanoimprint basierenden Fertigungstechnologie für polymere Biosensoren)

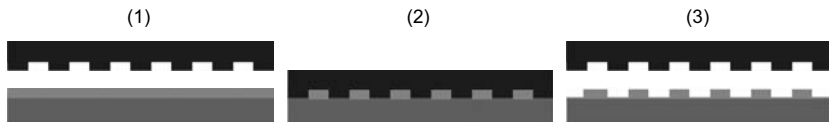
Realization of Nanostructures with Nanoimprinting (Development of an Imprint based Fabrication Technology for Polymeric Biosensors)

Projektleiter: Prof. Dr. W.-J. Fischer
Bearbeiter: DI Robert Kirchner
Förderer: DFG im Graduiertenkolleg „Nano- und Biotechniken für das Packaging elektronischer Systeme“ (DFG 1401/1)
Laufzeit: 01.07.2007 – 30.06.2009 (1. Förderperiode)
Projektpartner: FhG IPMS

Zielstellung

Nanoimprinting wurde ursprünglich um 1995 als kostengünstige, alternative Lithographie-technologie für die Halbleitertechnik entwickelt. Die steigenden Anlagenkosten für die nächste Generation von Lithographietechnologien, wie z. B. Extreme Ultraviolett-, Elektronenstrahl- oder Ionenstrahlolithographie, sollten dadurch umgangen werden. Nanoimprinting ist aufgrund der relativ geringen Anlagenkosten sowie einer erreichbaren Auflösung um 100 nm, einer sehr breiten Materialpalette und einem umfangreichen Wissen in der Polymerchemie zur Manipulation von Materialeigenschaften besonders für die Mikrosystemtechnik und die Biosensorik sehr vielversprechend.

Ziel dieses Projektes ist es, eine Fertigungstechnologie für spezielle, polymere Biosensoren zu entwickeln. Diese Sensoren basieren auf dem Prinzip optischer Resonatoren (Ring- oder Racetrack-Resonatoren). Damit die Funktionalität der Resonatoren gewährleistet wird, müssen einige Teilstrukturen mit einer Auflösung kleiner als 200 nm gefertigt werden. Prinzipiell kommen dafür zwei Nanoimprinttechniken in Frage, das Heißprägen (hot embossing) und das UV-Abformen (UV molding). Innerhalb dieser beiden Techniken gibt es verschiedene Verfahren zur Step-and-Repeat Strukturierung sowie zur großflächigen Strukturierung im Wafermaßstab. Die verschiedenen Ansätze werden evaluiert und z. B. hinsichtlich ihrer erreichbaren Strukturauflösung, Strukturrauheit, Strukturtreue, Prozessierbarkeit, zu erwartender Durchsatz und zu erwartende Ausbeute verglichen. Einer dieser Ansätze wird anschließend ausgewählt und als Fertigungstechnologie für optische Resonatoren optimiert.



Vereinfachter Prozessablauf für das Heißprägen: (1) Beschichten des Substrates mit dem Prägematerial (via Spin-Coating). (2) Übertragen der Masterstruktur in das Prägematerial ((150 ... 200) °C, (40 ... 100) bar). (3) Entformen des Masters und Weiterverarbeiten der erhaltenen Struktur.

Simplified process for hot embossing: (1) Spin coating of the material which should be structured. (2) Pattern transfer into the spin coated material ((150 ... 200) °C, (40 ... 100) bar). (3) Demolding of the master and further processing of the final structure.

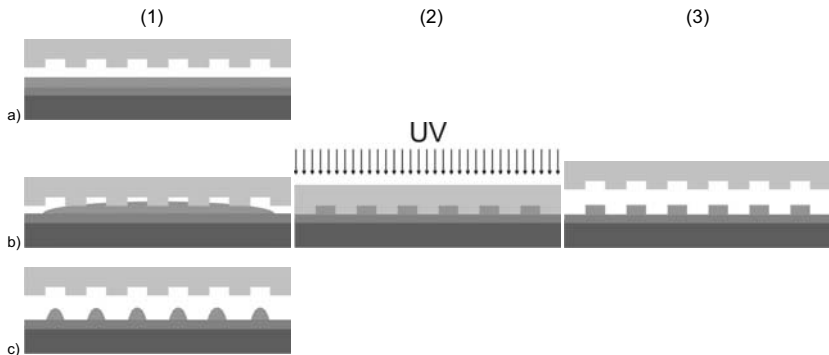
Ergebnisse

Es wurden funktionale Materialien für eine direkte Strukturierung und Fertigung der finalen Resonatorstrukturen ausgewählt. Ebenso sind entsprechende Resistmaterialien für eine indirekte Strukturierung über Maskenprozesse verfügbar. Derzeit werden Auflösungstests und Versuche zum Direktbelichten der Imprint-Master mittels Elektronenstrahlbelichtung am IPMS vorbereitet. Dadurch soll es möglich werden, die notwendigen ersten Prägewerkzeuge im IPMS selbst zu fertigen. Für Strukturierungsversuche wird ein Waferbonder eingesetzt. Möglichkeiten eine kommerzielle Prägeanlage einzusetzen werden derzeit geprüft.

Objective

Nanoimprinting was originally developed around 1995 as inexpensive, alternative lithography technique for the semiconductor technology. It was thought as solution for the rising equipment costs of next generation lithography technologies like extreme ultraviolet and electron beam or focused ion beam lithography. Nanoimprinting is very promising for the micro-systems technology and biosensors because of the relative low equipment costs as well as a high resolution capability around 100 nm, a very broad spectrum of usable materials and a profound knowledge in polymer chemistry to manipulate material properties.

The objective of this project is the development of a fabrication technology for specific, polymeric biosensors. These sensors are based on optical resonators (ring or racetrack resonators). To ensure the functionality of the resonators particular structures smaller than 200 nm must be realized. Basically two imprint techniques could be used for this purpose, hot embossing and UV molding. Within these technologies different approaches for step and repeat techniques as well as for wafer scale patterning do exist. These approaches will be evaluated for pattern resolution, pattern surface roughness, structure fidelity, process ability, expected throughput and yield. Subsequently, one method is chosen and optimized as fabrication technology for optical resonators.



Vereinfachter Prozessablauf für das UV-Abformen: (1) Vorbereiten des Substrates mit dem photo-sensitiven Prägematerial durch a) homogene Beschichtung (via Spin-Coating), b) Dispensen in den Zwischenraum von Substrat und Master und c) Vorstrukturieren mittels hochgenauem Dispensen. (2) Übertragung der Masterstruktur in das Prägematerial (Raumtemperatur) und anschließendem Aushärten unter UV-Licht. (3) Entformen des Masters und Weiterverarbeitung der erhaltenen Struktur.

Simplified process for UV molding: (1) Preparation of the substrate with the photosensitive material which should be structured by a) homogenous spin coating, b) dispensing into the gap between master and substrate c) pre-structuring via high resolution dispensing. (2) Pattern transfer into the prepared material (room temperature). (3) Demolding of the master and further processing of the final structure.

Results

Functional materials for direct structuring and fabrication of the final structures were selected, ordered and are now available for further processing. Furthermore, resist materials for indirect structuring by means of mask processes are available as well. First resolution and exposure tests for direct writing of imprint masters with an electron beam are prepared at the moment at the IPMS. Thus, it is possible to fabricate the first masters for imprinting in house. A wafer bonder will be used for first imprinting tests. The possibilities to use commercial imprint tools for optimized processing is under survey.

Photonische Virusdiagnostik mittels Mikroring-Resonatoren

Photonic Viral Diagnostics by Using Microring Resonators

Projektleiter: Prof. Dr. W.-J. Fischer
Bearbeiter: DI René Landgraf
Förderer: DFG im Graduiertenkolleg „Nano- und Biotechniken für das Packaging elektronischer Systeme“ (DFG 1401/1)
Laufzeit: 01.09.2007 – 30.08.2009 (1. Förderperiode)
Projektpartner: FhG IPMS

Ziel

In den letzten Jahren traten mehrere schwere Ausbrüche von Viruserkrankungen wie das schwere akute respiratorische Syndrom SARS oder die H5N1 Vogelgrippe auf. Zur Verhinderung der Ausbreitung von Epidemien ist eine schnelle und hochsensitive Virusdetektion, die direkt vor Ort durchgeführt werden kann, notwendig. Mit traditionellen Messmethoden ist dies nicht möglich, da diese zeitaufwendig sind und kostenintensive Laborausrüstung erfordern.

Mikroring-Resonatoren (MRR) sind mikrooptische Systeme und können für sensorische Anwendungen genutzt werden. Sie ermöglichen den Nachweis aller Virustypen zu denen spezifische Antikörper existieren. Neben einfachen Viren wie dem Herpes Simplex Virus (HSV) können somit auch bedeutende Viren wie der SARS-Virus, der H5N1 Vogelgrippevirus, Hepatitis sowie der AIDS-Virus HIV nachgewiesen werden.

Ziel des Vorhabens ist es einen optischen Sensor zu entwickeln, der auf Mikroring-Strukturen basiert. Die Fertigungstechnologie wird gemeinsam mit dem Projekt „Herstellung von Nanostrukturen mittels Nanoimprinting“ entwickelt. Die realisierten Mikroringstrukturen sollen in einen biologischen Sensor integriert werden. Der durchzuführende Funktionsnachweis kann zunächst z. B. mit nicht aktiven biologischen Substanzen und später mit einem Herpes Simplex Virus durchgeführt werden.

Mit MRRs ist die Untersuchung weiterer biologischer Spezies wie Proteinen oder DNA möglich. Zusätzliche Einsatzgebiete von Mikroring-Resonatoren sind die Pharmazeutik und Bakteriologie, das Molecular-Engineering sowie die Anwendung in Drogenscreenings und als Filter oder Koppler in der Nachrichtentechnik.

Ergebnisse

Für die Erprobung der fertigen Ringstrukturen wurde ein Versuchsstand entworfen, an dessen Aufbau derzeit gearbeitet wird. Die ersten notwendigen Teile wie unter anderem ein hochgenauer x-y-z-Tisch wurden beschafft und stehen zu Verfügung. Weiterhin wird an einem mathematischen Modell des Sensors mit den Komponenten Ein- und Auskopplung sowie Mikroring-Resonator gearbeitet. Zunächst sollen erste Mikroring-Strukturen mittels Elektronenstrahl realisiert werden. Geeignete Fotoresiste wurden ausgewählt und stehen zur Verfügung. Erste Versuche werden derzeit vorbereitet.

Objective

During the last decade there have been serious outbreaks of viral diseases like the severe acute respiratory syndrome SARS or H5N1 bird flu. Essential for the prevention of epidemics is a fast and ultra sensitive virus detection that can be carried out at the site. In contrary, traditional virus detection methods last several hours and require costly laboratory equipment.

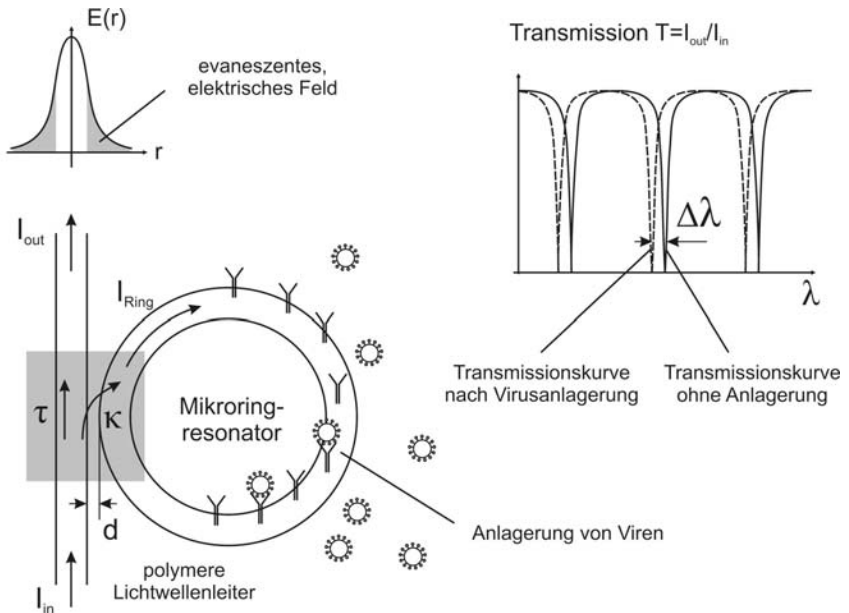
Microring resonators (MRR) are microoptical systems and are used for sensor applications. Using MRRs allows the detection of all virus types that have antibodies available. Simple Viruses e.g. Herpes Simplex Virus (HSV) as well as major viruses like SARS, H5N1 bird flu, Hepatitis and the AIDS virus HIV can be identified.

The aim of this project is the development of an optical sensor based on Microring resonators. The manufacturing technology for these structures is developed in cooperation

with the project "Realization of Nanostructures with Nanoimprinting". The realized MRR will be integrated in a biosensor. The operation can be verified with biologically inactive substances or viruses like the Herpes Simplex Virus. Using MRRs allows detecting further biological species like proteins or DNA. Additional application fields are pharmaceuticals and bacteriology, Molecular Engineering as well as drug screenings and filters or couplers in communications engineering.

Results

For testing the ring structures an experimental setup was designed. Currently the equipment is build up. The first parts like a precise positioning stage were purchased and are available. Furthermore, a mathematical model of the sensor including the coupling in/out and the Microring resonator is currently developed. At first, Microring structures will be realised by electron beam lithography. Suitable photoresists were selected and are available now. The first tests are currently prepared.



Schematische Darstellung eines Mikroring-Resonators mit Transmissionsgrad τ , Kopplungsgrad κ sowie Abstand $d = (100 \dots 300) \text{ nm}$. Die dargestellten Strukturen sind Lichtwellenleiter aus polymeren Werkstoffen (z. B. PMMA, PS).

Illustration of a Microring resonator with transmission τ , coupling κ and distance $d = (100 \dots 300) \text{ nm}$. The structures are optical wave-guides out of polymer material (e. g. PMMS, PS).

Integrierte drahtlose Sensornetzwerke

Integrated wireless sensor networks

Teilprojektleiter: Prof. G. Pfeifer (IHM), Prof. W.-J. Fischer (IPMS)
Bearbeiter: DI E. Starke
Förderer: DFG im Sonderforschungsbereich „Textilverstärkte Verbundkomponenten für funktionsintegrierende Mischbauweisen bei komplexen Leichtbauanwendungen“
Laufzeit: 01.01.2004 - 31.12.2011
Projektpartner: Institut für Festkörpermechanik, Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik, Institut für Textil- und Bekleidungstechnik, Institut für Werkzeugmaschinen und Steuerungstechnik, Institut für Oberflächen- und Fertigungstechnik, Fraunhofer-Institut für Photonische Mikrosysteme, Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik, Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden e.V.

Zielstellung

Im Rahmen des Teilprojekts wird in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer Institut für Photonische Mikrosysteme Dresden (IPMS) an der Entwicklung und Umsetzung eines Konzepts für ein Sensornetzwerk zur Integration in textilverstärkte Verbundbauteile auf Basis von Glasfaser-Polypropylen-Hybridgarn gearbeitet. Ziel ist es, elektronische Systeme aus Sensoren und Schaltkreisen für die Verarbeitung, Speicherung und Übertragung der Sensorsignale direkt in Verbundbauteile einzubringen. Diese sollen in Form flacher Netzwerke so integriert werden, dass das Netzwerk Bestandteil des konsolidierten Verbundes wird.

Ergebnisse

Im Jahr 2007 konnten auf Basis der Vorarbeiten der Jahre 2004 bis 2006 funktionsfähige Sensornetzwerke in dünne, starre plattenförmige Bauteile integriert werden. Diese Verbundbauteile werden aus Glasfaser-Polypropylen-Hybridgarn durch formgebundenes Heißpressen hergestellt. Die Sensornetzwerke umfassen verschiedene Sensoren (Stoß, Dehnung, Temperatur etc.), welche durch Sensor ASICs mit dem System-Bus verbunden werden. Die am IPMS entwickelten Sensor ASICs gestatten gleichzeitig eine sensornähe Signalverarbeitung und Datenreduktion. Die Datenübertragung erfolgt über einen Transponder ASIC und eine Antenne. Um lange Bereitschaftszeiten des Netzwerks zu ermöglichen, wird dieses nur im Fall eines relevanten Ereignisses durch einen Aktivierungssensor aktiviert. Im Ruhezustand gelingt so eine extrem geringe Stromaufnahme. Am Beispiel eines Demonstrators eines Sensornetzwerks zur Stoßerkennung konnte ein Ruhestrom von 1,4 nA (20 °C) messtechnisch nachgewiesen werden.

Mit diesen Arbeiten wurde im Jahr 2007 die erste Projektphase des SFB 639 erfolgreich abgeschlossen. In der bewilligten zweiten Projektphase von 2008 bis 2011 werden die Arbeiten weitergeführt. Die Schwerpunkte sind dabei die Erweiterung der Signalverarbeitungsmöglichkeiten sowie die Erarbeitung von Konzepten zur reproduzierbaren Fertigung von in Verbundbauteilen integrierten Sensornetzwerken.

Objective

Within the subproject D3 of the Collaborative Research Centre 639, the Institute of Semiconductors and Microsystems (IHM) and the Fraunhofer Institute for Photonic Microsystems Dresden (IPMS) are working on the development and implementation of a concept for a sensor network capable of integration into textile-reinforced composites made of glass fiber and polypropylene. The aim is to integrate electronic systems consisting of sensors and electronic circuits for processing, storing and transmitting the sensor signals directly into the composite. The electronic systems are to be integrated in form of thin networks, so that the network becomes an integral part of the consolidated composite.

Results

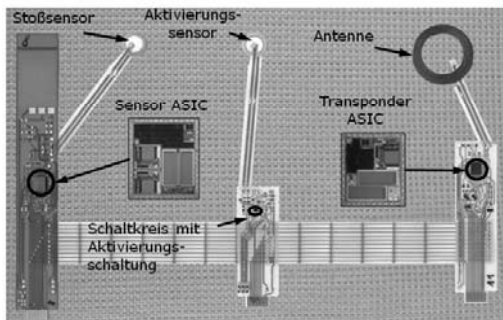
Based on the preliminary work of the years 2004 to 2006 it was possible in the year 2007 to integrate operative sensor networks in thin, rigid plate-shaped components [1]. These composite components are made of glass-fiber-polypropylene-hybrid-yarn by hot pressing. The sensor networks comprise several sensors (impact, strain, temperature etc. [2, 3]), which are connected to the system bus by sensor ASICs. The sensor ASICs developed at the IPMS enable signal processing and data reduction close to the sensor. The data transmission is realized by a transponder ASIC and an antenna. In order to make long standby times of the sensor network possible, the network is activated only in the case of a relevant event by an activation sensor. Thus an extremely low current consumption is achieved in idle state. By the example of a demonstrator of a sensor network for impact recognition a quiescent current of 1.4 nA (20 °C) could be measured [3].

With these work in 2007 the first project phase of the SFB 639 was successfully finished. In the granted second project phase from 2008 to 2011 the work will be continued. The emphasis is thereby the extension of the signal processing capabilities as well as the development of concepts for the reproducible manufacturing of sensor networks integrated in composite components.

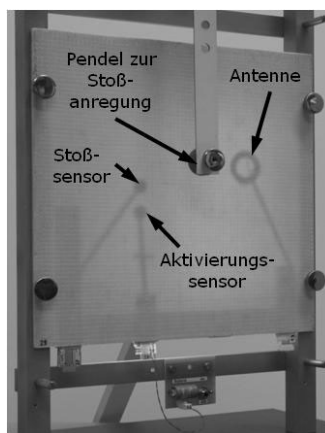
Pfeifer G., Starke, E., Fischer W.-J., Roscher, K.-U. und Landgraf, J.: "Sensornetzwerke in faserverstärkten Verbundwerkstoffen mit drahtloser Signalübertragung", Zeitschrift Kunststofftechnik/ Journal of Plastics Technology 05/2007, Seite 1-15, 2007.

Roscher, K.-U., Fischer, W.-J., Landgraf, J., Pfeifer, G. and Starke, E.: "Sensor Networks for Integration into Textile-Reinforced Composites", Transducer '07 & Eurosensors XXI, Lyon, 10.-14. June 2007

Roscher, K.-U., Fischer, W.-J., Grätz, H., Heinig, A., Pfeifer, G. and Starke, E.: "Integrated Sensor Network with Event-Driven Activation for Recording Impact Events in Textile-Reinforced Composites", Sensors 2007, Atlanta, 28.-31. October 2007.



Sensornetzwerk zur Stoßerkennung und -auswertung vor der Integration in das Verbundbauteil



Konsolidierte GF-PP Platte mit integriertem Sensornetzwerk

Kombinierte Simulation dynamischer Systeme

Combined Simulation of dynamic Systems

Projektleiter: Prof. G. Pfeifer
Förderer: Sennheiser electronic
Laufzeit: 01.01.1999 – 31.07.2009

Zielstellung

Eine Möglichkeit der effizienten Simulation komplexer dynamischer Systeme ist die Kombination von Netzwerkmethoden und Finite-Elemente-Methoden. Bei dieser sogenannten „Kombinierten Simulation“ erfolgt die Verbindung beider Methoden durch den Anwender auf den programmeigenen Bedienoberflächen. Im Rahmen dieses Projekts werden Vorgehensweisen für einen effizienten Entwurf elektroakustischer Geräte mittels Kombierter Simulation erprobt und methodisch aufgearbeitet.

Ergebnisse

Die Vorausberechnung der Richtwirkung eines Richtrohrmikrofons erfordert die Berücksichtigung von Brechungs- und Beugungseffekten und von akustischen Dämpfungselementen. Eine Modellierung mit Netzwerkmethoden liefert hier keine verwertbaren Ergebnisse. Auch eine Simulation mit dem FE-Programm ANSYS gelingt nicht, da mit ANSYS derzeit keine akustischen Dämpfungselemente modellierbar sind. Mit Hilfe der Kombinierten Simulation konnte ein berechenbares Modell erstellt werden, dessen Ergebnisse eine gute Übereinstimmung mit Messergebnissen aufweisen. Dazu wurden die akustischen Dämpfungselemente in ANSYS durch eine akustisch wirkungsgleiche Ersatzstruktur abgebildet, welche mit Hilfe von Netzwerkmethoden abgeleitet wurde.

Weitere Arbeiten erfolgten zur effizienten Simulation von elektroakustischen Geräten mit mehreren akustisch wirksamen Flächen.

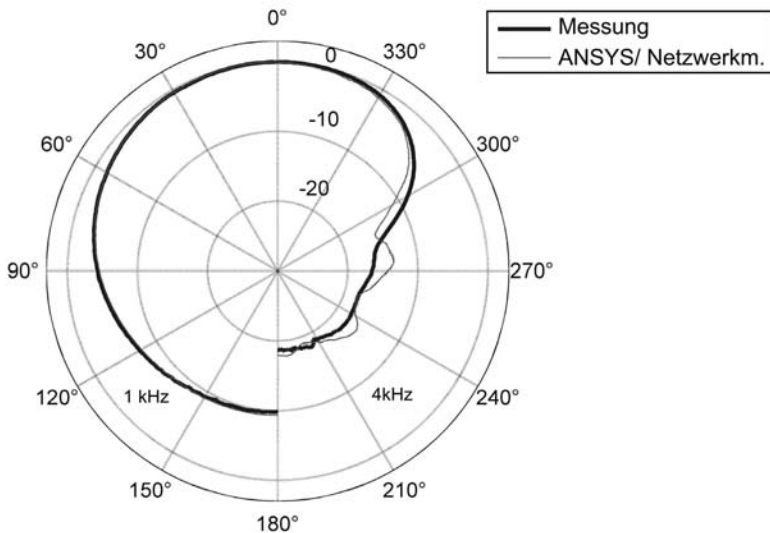
Objective

A possibility of the efficient simulation of complex dynamic systems is the combination of Equivalent-Circuit-Methods and Finite-Element-Methods. With this so-called "combined simulation" the combination of both methods takes place on user level. Within this project methods for an efficient simulation of electroacoustic devices by means of combined simulation are developed.

Results

The upfront simulation of the directivity of a shotgun microphone requires the consideration of acoustic diffraction effects and of acoustic damping elements (damping fabrics). In this case a Simulation with Equivalent-Circuit-Methods does not lead to useful results. Also the Finite-Element-Methods still show difficulties in modelling the problem. For example, so far the acoustic damping fabric cannot be modelled with acoustic elements in the FEM-software ANSYS. With the combined simulation an ANSYS model could be created, whose results exhibit a good agreement with measurement results. For this purpose the acoustic damping elements in ANSYS were represented by an acoustic equivalent representation which was derived by Equivalent-Circuit-Methods.

Further work took place for the efficient simulation of electroacoustic devices with several acoustically active surfaces.



Vergleich von Messergebnissen (dicke Linie) und Simulationsergebnissen (dünne Linie) für die Richtwirkung eines Richtrohrmikrofons bei 1 kHz (links) und 4 kHz (rechts)
(Die Berechnungen mit dem Programm ANSYS wurden beim Auftraggeber durchgeführt)

Starke, E., Pfeifer, G.: Vorausberechnung der akustischen Eigenschaften eines Richtrohr-Mikrofons. NAFEMS-Seminar: Zuverlässiger Einsatz numerischer Simulationsmethoden in der Vorausberechnung, Wiesbaden, 28. und 29. März. 2007.

Starke, E., Pfeifer, G.: Die Finite-Elemente-Methode als Möglichkeit der effizienten Modellierung elektroakustischer Geräte. 25th CADFEM Users' Meeting – Internationale FEM Technologietage & German ANSYS Conference, Dresden, 21.-23. Oktober 2007.

Weitergabe von Wissen über E-Learning Community of Practice on E-Learning (CooPEL)

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. W.J. Fischer
Bearbeiter: Dr. B. Hauptenbuchner, DI L. Schlenker
Förderer: SMWK Sachsen
Laufzeit: 01.08.07 - 31.12.07
Projektpartner: Media Design Center (MDC), TU Dresden

Zielstellung

Für eine nachhaltige und dauerhafte Einführung und Verstetigung von E-Learning innerhalb der Lehre, wie auch für die damit verbundenen Veränderungsprozesse hat das Wissen der verschiedenen Lehrbereiche der TU Dresden, das in den letzten Jahren aufgrund der Vielzahl von E-Learning-Projekten und -Kooperationen gesammelt werden konnte, eine entscheidende Bedeutung. Ziel des Projektes CooPEL ist es, durch den Aufbau eines Netzwerkes fachbereichsbezogener Wissens- und Serviceknoten die Akzeptanz und Verstetigung von E-Learning an der TU Dresden zu verbessern, Nach- und Folgeutzern die spezifischen Erfahrungen zur Verfügung zu stellen und damit die Bemühungen zentraler Serviceeinrichtungen der TU Dresden zu unterstützen und zu ergänzen.

Inhaltlich wird im Projekt ein besonderer Schwerpunkt auf die Darstellung anwendungsbezogener Vorgehensweisen und Methoden in Meta-Kursen, Anleitungen und Good Practice und auf die Transparenz von Wissen in Kompetenzlandkarten und einem Expertennetzwerk gelegt. Zusätzlich dazu wird zur Weitergabe von Wissen und Erfahrungen die Möglichkeit personeller Unterstützung durch einen Pool wissenschaftlich betreuter Studenten geschaffen. Zur Absicherung der Nachhaltigkeit ist die Einrichtung einer studentischen Ausbildung in den Grundlagen des E-Learning und ihre Verankerung im Studium generale, sowie die Schaffung eines zentralen E-Tutoren-Pools gemeinsam mit dem Media Design Center (MDC) geplant. Als die zentrale infrastrukturelle Basis des Netzwerkes ist das Lernmanagementsystem OPAL (BPS GmbH) und das Content Management System (eCMS) des MDC vorgesehen.

Objective

The goal of the project "Community of Practice on E-Learning (CooPEL)" is to design a platform for communication and collaboration about eLearning at the university of technology Dresden. The project complement central strategies to establish eLearning in higher education and support academic teacher to implement own eLearning offers.

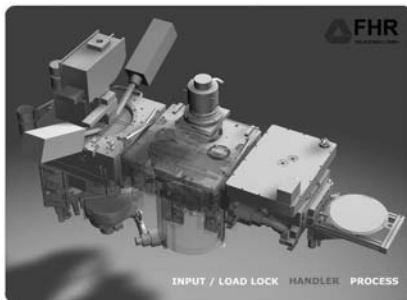
3D Visualisierung von Anlagen und Prozesse des In-Line Sputterns MILEON – Microsystem Technology / Microsystem Lectures Online

Projektleiter: Dr. Christian Wenzel / Dipl.-Ing. L. Schlenker
Förderer: FHR Anlagenbau GmbH
Laufzeit: 01.01.07 - 30.05.07
Projektpartner: FHR Anlagenbau GmbH

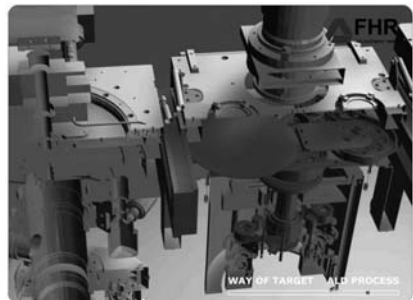
Zielstellung

Die elektronische Aufbereitung technischer Zusammenhänge und wissenschaftlicher Informationen in interessanter, leicht verständlicher und dennoch fundierter Form stellt eine besondere Herausforderung des Informationszeitalters dar. Durch die Visualisierung technischer Vorgänge, Produkte und Geräte bekommen Lernende und Anwender zusätzlich die Möglichkeit, Vorgänge und Prozesse anhand anschaulicher und interaktiver Modelle als Teil einer modernen und qualitativ hochwertigen Ausbildung nachzuvollziehen.

Gemeinsam mit dem Projektpartner FHR Anlagenbau GmbH wurden dafür im Projekt 3D Visualisierung: Components and Process of In-Line Sputtering verschiedene Anlagenkomponenten und Prozesse einer Sputter-Anlage des Institutes - hier: der FHR ALD 300 im neuen Reinraumgebäude des IHM - untersucht, visualisiert und reale Prozessabläufe dreidimensional simuliert. Die Erstellung der dreidimensionalen Visualisierung der Anlage erfolgte dabei auf der Basis von Konstruktionsdaten, Zeichnungen und Fotos der FHR ALD 300. Dabei stand die modellhafte und realitätsnahe Verfügbarmachung grundsätzlicher In-Line-Sputtering-Prozesse und der daran beteiligten Anlagenelemente für die universitäre Lehre am Institut im Vordergrund.



FHR ALD 300 - Components
FHR Anlagenbau GmbH 2006 Home



FHR ALD 300 - Process
FHR Anlagenbau GmbH 2006 Imprint



Objective

The goal of the project is to visualize technical informations and knowledge as part of modern and high-quality education at the university. The multimedia-based and and interactive visualization "Components and process of in-line sputtering" demonstrate the components and processes at the 3-D model of FHR ALD 300.

4.3 Forschungsprojekte an der Professur Optoelektronische Bauelemente und Systeme

Bauelemente und Systeme für Anwendungen der Adaptiven Optik: Phasenformende Mikrospiegelarrays

Phase Forming Micro Mirror Arrays

Projektleiter: Prof. Dr. H. Lakner
Vearbeiter: Dr. J. Knobbe
Förderer: SMWK
Laufzeit: 01.06.2004 - 31.05.2008

Zielstellung

Ziel des Projekts ist die Entwicklung von Mikrospiegelarrays für die hochauflösende optische Phasenkorrektur. Eine Hauptanwendung dieser phasenformenden Mikrospiegel ist die Kompensation veränderlicher Wellenfrontstörungen mit den Methoden der Adaptiven Optik (AO) für eine verbesserte optische Abbildung.

Ergebnisse

Die Mikrospiegelarrays bestehen aus 240 x 200 segmentierten, individuell adressierbaren Senkspiegelementen mit 40 µm Pixelgrösse und einer aktiven optischen Fläche von 9.8 x 8.0 mm². Die Spiegelemente haben die Form einer quadratischen Platte, die von vier Aufhängungsarmen über einem Hohlraum mit unterliegender Steuerelektrode gehalten wird (Bild). Durch Anlegen einer elektrischen Spannung kann die Spiegelplatte kontinuierlich in den Hohlraum abgesenkt und so eine rein phasenschiebende Wirkung beim einfallenden Licht erreicht werden. Das Spiegeldesign wurde dabei für eine Analogauslenkung bis 500 nm und Steuerspannungen bis 30 V optimiert, was sowohl eine aktiv-Matrix Adressierung als auch eine Phasenkorrektur modulo 2π im Sichtbaren erlaubt. Für die Programmierung beliebiger Auslenkungsmuster ist weiterhin eine aktive CMOS-Steuermatrix auf demselben Chip monolithisch integriert, worauf die Spiegel in Aluminium Oberflächen-Mikromechanik hergestellt werden. Bislang wurden Demonstratoren solcher Mikrospiegelarrays gefertigt und sowohl das Auslenkverhalten mittels interferometrischer Oberflächen-Messungen experimentell charakterisiert (Bild) als auch die optischen Bildkorrektureigenschaften untersucht. Hierfür wurde ein spezieller AO-Messaufbau realisiert (Bild). Mit Hilfe von Quarzglasplatten können dort Phasenfrontfehler erzeugt werden, die das Mikrospiegelarray anschließend korrigiert. Die modifizierten Bilder zeigen eine deutliche Verbesserung der Bildqualität (Bild).

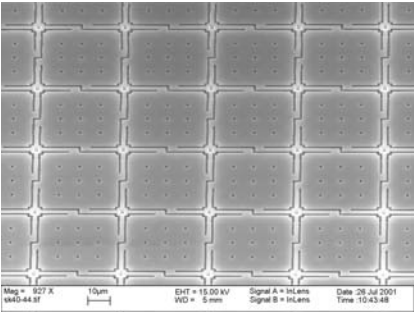
Objective

The aim of this project is to develop micro mirror arrays for high-resolution optical phase correction. A major application of these phase forming micro mirrors is the compensation of varying wavefront distortions using Adaptive Optics (AO) techniques for an enhanced optical imaging.

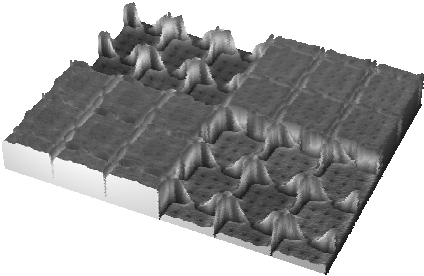
Results

The micro mirror array consists of 240 x 200 segmented and individually addressable mirror elements with 40 µm pixel size across an active optical area of 9.8 x 8.0 mm². The mirrors possess a piston-type architecture consisting of a square plate suspended by four cantilever beams over an air gap with underlying address electrode (fig.). Upon electro-static activation the mirror plate can be continuously moved into the air gap resulting in a pure phase shifting capability for the incident light. The mirrors have been designed to support an analog deflection of up to 500 nm at address voltages below 30 V, which is suitable for both active matrix addressing and a modulo 2π phase correction in the visible. For an arbitrary pattern programming an active CMOS address matrix is monolithically integrated on the same chip with

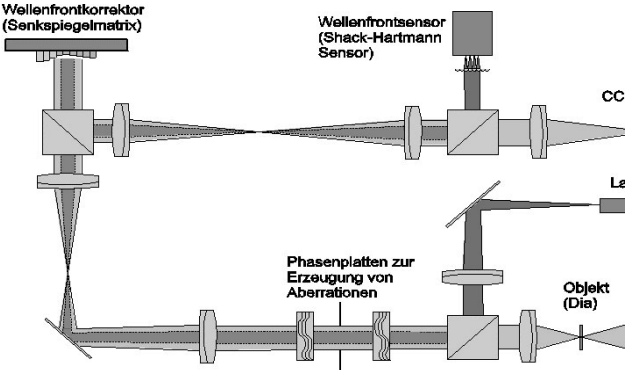
the mirrors fabricated on top by means of aluminum surface-micromachining. Demonstrator devices of such micro mirror arrays have already been fabricated and their analog deflection has been characterized by interferometric surface profile measurements (fig.). With the aid of a special AO test setup comprising a phase error generator made up of quartz flats the optical image correction capabilities of these demonstrator devices have been investigated (fig.). A significant improvement of image quality could be achieved (fig.).



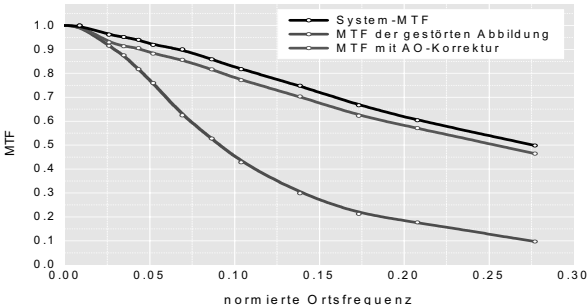
REM-Aufnahme einzelner Mikrospiegel
SEM image of micro mirrors



Gemessenes Auslenkungs-Profil
Measured deflection profile



AO Messaufbau zur Charakterisierung von Bildkorrektureigenschaften der Senkspiegelmatrix
AO test setup for investigation of image correction capabilities of micro mirror arrays



MTF des gestörten und korrigierten Bildes
MTF curves for the distorted and corrected image

Fast serial communication technologies for the multimedia applications

Schnelle Serielle Kommunikationstechnologien mit Multimediaanwendungen

Projektleiter: Prof. Dr. H. Lakner / Dr. U. Schelinski (Fraunhofer IPMS)

Bearbeiter: DI M. Duzynski

Förderer: TU Dresden / Fraunhofer IPMS

Laufzeit: 01.09.2005 - 31.08.2008

Zielstellung

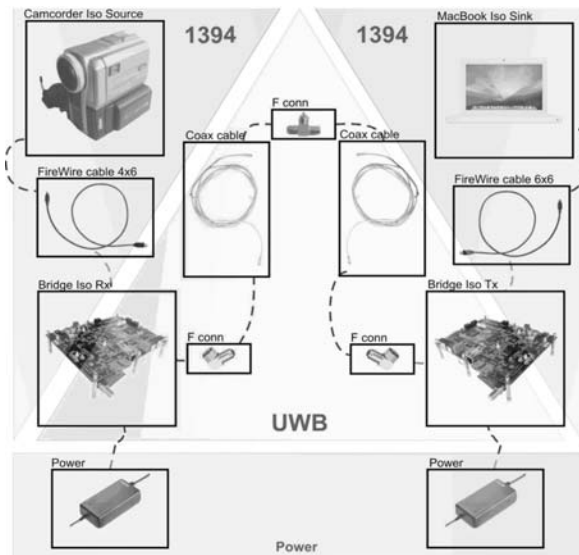
Ziel des Projektes ist die schnelle serielle Kommunikation wie sie z.B. für die Übertragung audiovisueller Daten erforderlich ist. Dazu soll für die bereits etablierte IEEE 1394-Technologie die herkömmliche Koaxialverkabelung als Infrastruktur benutzt werden können.

Die Herausforderung dieser Weiterentwicklung ist eine möglichst umfassende Abdeckung des Standards „Networking IEEE 1394 Clusters via UWB over Coaxial Cable“, der parallel zu dieser Arbeit weiterentwickelt wird. Als Alternative könnte eine auf Gigabit-Ethernet Technologie basierende Lösung entwickelt werden.

Ergebnisse

Im Vorhaben wurden grundlegende Funktionen einer Ultra-WideBand Netzwerkbrücke (UWB) implementiert. Dazu wurde im Vorfeld ein Hardwareaufbau realisiert. Diese Lösung erlaubt die Übertragung z. B. von audiovisuellen Daten zwischen zwei IEEE 1394 Geräten (Knoten) die mit einfachem Standard-Koaxialkabel z. B. RG59 (s. Bild) verbunden sind.

Die Übertragung eines isochronen Datenstroms zwischen IEEE 1394 Geräten (z. B. Digitalkamera, Rechner mit FireWire Anschluss) konnte erreicht werden. Damit Sender und Empfänger die DV- oder MPEG2-Protokolle beherrschen, wurde ein sogenannter „Relay Agent“, der sich direkt auf dem AV/C Stack („Audio Video Kontrolle“) setzt, implementiert. Mit der derzeitigen Lösung kann eine 32 Mbits/s Bandbreite abgedeckt werden. Eine Version mit einer Bandbreite von 128 Mbits/s wird getestet (s. Bild).



Ultra-WideBand Netzwerkbrücke Setup
Ultra-WideBand Bridge Setup

Folgende Firmware Optimierungen wurden realisiert:

- Änderung der Parameter des Programmpuffers und der abgebildeten Speicherbereiche.

Folgende Hardware Optimierungen wurden durchgeführt:

- Änderung der ARM-Prozessor Taktfrequenz,
- Modifikation der SDRAM Speichereinstellungen,
- Redesign des Hardwareprojektes für die Fehlerbehebung.

Ein Schema zur Beschleunigung der Datenübertragung wurde entwickelt. Dies konnte durch die Anwendung von programmierbaren Logikschaltkreisen (FPGA) und der Implementierung einer offenen „Wishbone“ System-On-Chip (SoC) Schnittstelle erreicht werden.

Objective

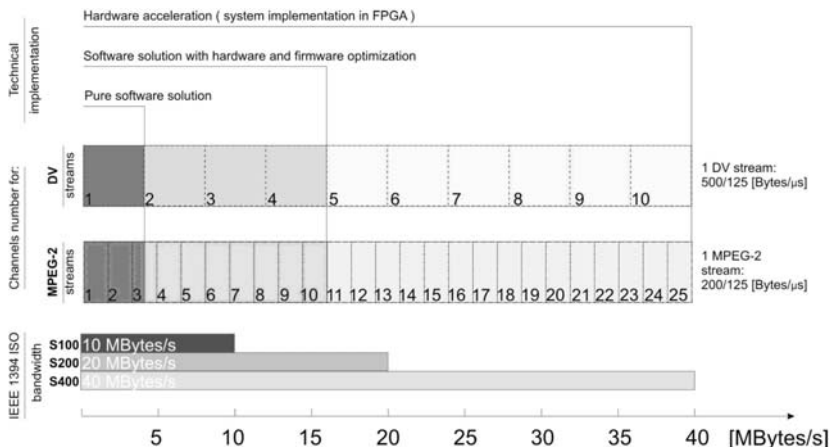
As a result of this PhD work a basic functionality of the Ultra-WideBand Bridge is obtained. With usage of the previously designed hardware solution a transmission path between IEEE 1394 knots over standard Coax cable is accomplished. Data can be carried over single concentric cable due to the introduction of the Ultra-WideBand technology. In the upcoming part of work „Networking IEEE 1394 Clusters via UWB over Coaxial Cable“ standard will be implemented within existing system as far-off as possible. Implementation of the Gigabit-Ethernet Network Bridge is also possible.

Results

An isochronous audio/video data transmission between the IEEE 1394 devices over coax cable is successfully realised. DV- and MPEG2-streams can be carried with the 32Mbits/s throughput. The 128Mbits/s throughput is being tested. The following soft- and hardware optimisation was performed:

- change in the settings of the software buffers parameters and the mapped memory,
- change of the MCU clock frequency,
- modification of the SDRAM memory settings,
- system redesign for errors fixing.

The hardware acceleration architecture for further increase of the system bandwidth has been investigated. It will be based on the “Wishbone” System-on-Chip (SoC) interface. This interface allows for effective integration and implementation of all necessary hardware modules into the FPGA unit.



Bandbreite vs. Technische Lösung
Throughput vs. Technical implementation

Alternative Prozesse zur Abscheidung von Elektrodenschichten für organische Leuchtdioden

Alternative processes for deposition of electrode layer for organic light emitting diodes

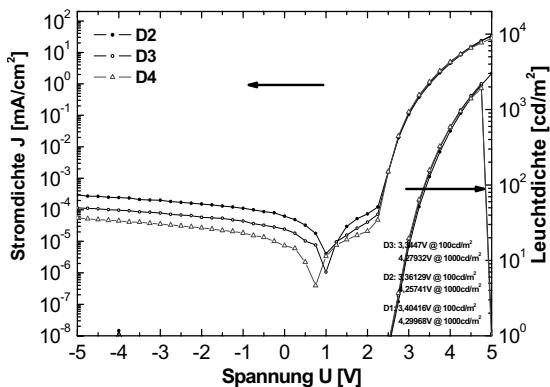
Projektleiter: Prof. Dr. H. Lakner
Bearbeiter: M.Sc. T.H. Gil
Förderer: Fraunhofer IPMS
Laufzeit: 01.04.2006 – 31.03.2009

Zielstellung

Forschungen zur Abscheidung einer Elektrode auf organischen Leuchtdioden (OLED) mittels Magnetronspütern haben seit kurzem die Aufmerksamkeit von Wissenschaft und Industrie auf sich gezogen. Da die Sputtertechnik eine wesentlich stabilere, reproduzierbarere Methode der Dünnschichtabscheidung im Vergleich zur Verdampfung ist, wurde eine Vielfalt an Verfahren für Anwendungen der OLED vorgestellt, z.B. top emittierende OLED bzw., transparente OLED. Organische Materialien haben aber eine relativ schwache Molekülstruktur gegenüber inorganischen Materialien, so dass das Sputterplasma, z.B. durch hochenergetischen Partikelbeschuss oder UV Strahlung, die organischen Materialien degradieren oder zerstören können. Trotz der Vorteile des Sputterns ist die aktuelle Verwendung zur Anodenabscheidung eingeschränkt. Überdies ist der genaue Mechanismus bisher noch nicht ausreichend geklärt. Im Rahmen dieses Themas werden die Sputterparameter und Prozesse auf die Fertigung von p-i-n OLED angewendet, um die Schädigungsquelle herauszufinden und die Metallelektrode mit geringerer Schädigung abzuscheiden.

Ergebnisse

OLEDs wurden mit unterschiedlichen Kathodenmaterialien und Abscheideverfahren hergestellt. Um eine Referenz zu bilden, wurden OLEDs mit den verdampften Yb Kathoden hergestellt und mittels I-V-L Messungen charakterisiert. Die Sputterprozessparameter für die Aluminiumabscheidung wurden variiert und die LIV-Kennlinien der hergestellten OLEDs wurden mit der Referenz verglichen. Weil die Stabilität und Lebensdauer der OLEDs mit dem Leckstrom korreliert, wurden die Stromwerte aus den I-V-L Ergebnissen extrahiert, um die OLEDs zu vergleichen. Es war möglich einen Parametersatz zu finden, mit dem die vergleichbaren Resultate wie bei gedampften Elektroden erreicht werden konnten. Die nächsten Schritte sind, diese Ergebnisse zu wiederholen und die Grenzen des gefundenen Prozeßfensters aufzuweiten.



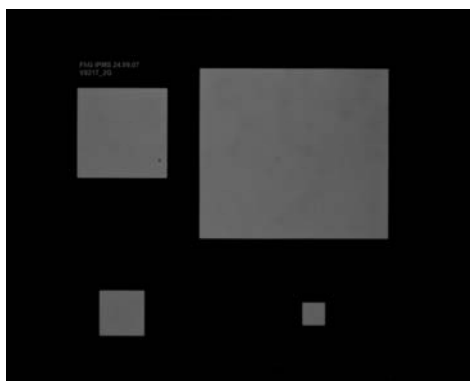
I-V-L Diagramm der OLED mit gesputterter Deckelektrode
I-V-L diagram of OLED fabricated with sputtered top electrode

Objectives

Research on the magnetron sputter deposition to form an electrode on OLED has been attracting many attentions from industry and researcher. Since sputtering is very stable, reproducible and eco-friendly metallization method compared with evaporation, a variety of techniques was introduced for OLED applications, e.g. top emission OLED and transparent OLED. However, organic materials have relatively weaker molecular structures than inorganic materials, and they are thus deteriorated and destroyed easily during sputter process by plasma properties e.g. high energetic particle bombardment, UV radiation, etc. In spite of advantages of sputtering, the actual applications were restricted within anode deposition in OLED because sputtering on OLED resulted in unstable operation, partial luminescence and short lifetime. The exact damage mechanism was not clarified sufficiently up to now. Within this topic, therefore, various sputtering parameters and processes are applied to p-i-n type OLED fabrication in order to find out damage sources and deposit metal electrodes with lower damage.

Results

OLEDs were fabricated with different cathode materials and deposition techniques. In order to build a reference, OLED having evaporated Yb film was fabricated and characterized by I-V-L measurement. The sputter process parameters for aluminium deposition were varied and the fabricated OLEDs were compared with reference by means of I-V-L results. Since the stability and lifetime of OLED are correlated with the leakage current at reverse voltage, the current values were extracted from I-V-L results to compare OLEDs. It was possible to find a process parameter set which allows to meet the results of the evaporated reference. Next steps are required to prove the results and to enlarge the existing process window.



Leuchtendes Bild der orangefarbenen OLED mit gesputterter Deckelektrode
Lighting image of orange OLED sputtered top electrode

Organische Leuchtdioden mit dotierten Transportschichten für effiziente Aktiv-Matrix-Displays

Organic Light Emitting Diodes with Doped Transport Layers for Efficient Active-Matrix-Displays

Projektleiter: Prof. Dr. H. Lakner, Dr. J. Birnstock (Novaled AG)
Bearbeiter: DP M. Hofmann
Förderer: Novaled AG
Laufzeit: 01.01.2004 - 31.12.2007

Zielstellung

In der nächsten Generation von Aktiv-Matrix-Displays sollen hoch-effiziente top-emittierende organische LEDs (OLEDs, s. Bild) eingebunden werden. Dieses Design wird bevorzugt, da dann die darunterliegende Ansteuerelektronik das Aperturverhältnis nicht einschränkt. Das Konzept der dotierten organischen Halbleiter wird dazu auf die Ladungstransportsschichten in der OLED angewendet (sog. pin-OLED) mit dem Ziel, diese für die Implementierung in der Displayplatine zu qualifizieren. Diese Technologie gewährleistet eine sehr niedrige Betriebsspannung und einen hohen Wirkungsgrad durch die Vermeidung eines starken Spannungsabfalls über den Transportschichten. Zusätzlich wird die Kompatibilität mit Elektrodenmaterialien begünstigt, die speziell für top-emittierende OLEDs entwickelt werden. Im Fokus der Untersuchung liegen außerdem Kavitäts effekte in organischen Dünnschichtstrukturen, Effizienzsteigerung sowie Lebensdauermessungen.

Ergebnisse

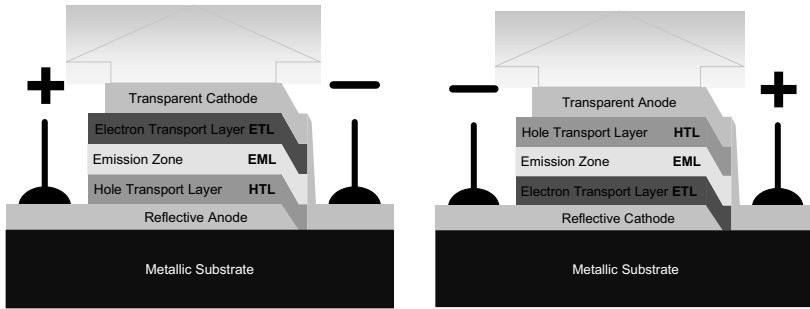
Aufbauend auf den vorangegangenen Untersuchungen zu Elektrodenmaterialien wurden die OLED-Schichtstapel mit molekular dotierten p- und n-artigen Transportschichten auf hohe Effizienz und lange Lebensdauer optimiert. Experimentelle Parameteränderungen und eine Simulationssoftware wurden benutzt, um die Einflüsse von Schichtvariationen im nm-Bereich zu demonstrieren. Unter Beachtung von bereits nachgewiesenen Interferenzeffekten gelang es nun auch, den invertierten Schichtaufbau für AM-OLED-Displays auf Basis von amorphem Silizium zu optimieren. Dabei konnte insbesondere gezeigt werden, dass durch die Implementierung eines neuartigen Materialsystems in der Elektronentransportschicht die benötigte Betriebsspannung signifikant reduziert wird.

Objectives

The next generation of active matrix displays is going to incorporate highly efficient top-emitting organic LEDs (OLEDs, s. fig.). This design is favoured, because the underlying driver electronics do not limit the display's aperture ratio. The concept of doped charge transport layers is evaluated for the implementation in display backplane environments. Furthermore, this approach ensures lowest operating voltage and high efficiency by avoiding voltage drop over the transport layers, which leads to low power consumption. Additionally, this enables the applicability on a variety of electrode materials, which will be specially tailored for top-emitting OLED devices. The development also focuses on optical cavity effects within thin film structures, efficiency increase and lifetime measurements.

Results

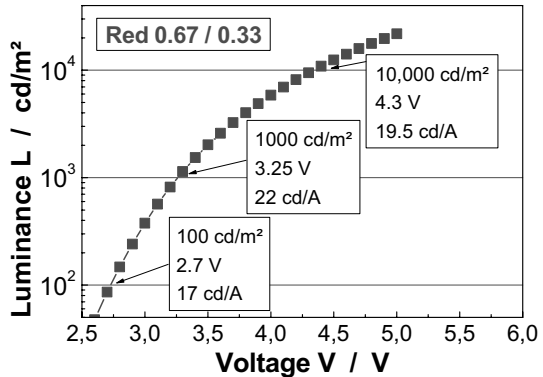
Based on the studies of requirements for electrode materials (esp. high reflectivity of the bottom contact) OLED-stacks using molecular p- and n-doped transport layers have been optimized using extensive experimental parameter variations and a thin film simulation software. The influence of layer thicknesses and optical properties of contacts have been investigated. Taking interference effects into account the lifetime of green devices with 66 cd/A could be enhanced to 100.000 h at 500 cd/m². Moreover, low-voltage inverted structures for AM-OLED based on a-Si have been demonstrated.



Top-emittierende OLED mit nicht-invertiertem (links) und invertiertem Aufbau (rechts)
Top-emitting OLED with non-inverted (left) and inverted design (right)

Helligkeit einer roten invertierten OLED in Abhängigkeit von der Betriebsspannung. Die Stromeffizienz beträgt 22 cd/A bei 1000 cd/m² und 3,25 V

Brightness of a red inverted OLED in dependence on driving voltage. At 3.25V 1000 cd/m² are achieved with a current efficiency of 22 cd/A



OLED-Teststrukturen auf Glaswafer, die in einer Vakuumanlage aufgebracht worden sind und anschließend unter Stickstoff hermetisch verschlossen wurden. Die Anordnung ermöglicht umfangreiche Parametervariationen mit einem Prozessdurchlauf. Die Kenndaten der Bauelemente werden mittels Roboter und Spektrometer automatisch erfasst

OLED-test structures on a glass wafer as processed in a vacuum chamber and afterwards sealed hermetically under nitrogen atmosphere. The layout enables comprehensive parameter variations during a single process run. The key parameters of the devices are acquired automatically by a robot and a spectrometer



System in Package Lösungen für einen kontinuierlich, elektrostatisch aktuierbaren 2D-Mikroscanner mit 3D-Kammelektroden

System in Package Solutions for a continuously driven, electrostatic 2D Micro Scanner with 3D Comb Electrodes

Projektleiter: Prof. Dr. H. Lakner / Dr. T. Sandner (Fraunhofer IPMS)
Bearbeiter: DI D. Jung
Förderer: Fraunhofer IPMS im Rahmen des DFG-Graduiertenkolleg " Nano- und
Biotechniken für das Packaging Elektronischer Systeme" (GRK 1401/1)
Laufzeit: 01.11.2006 - 31.10.2008

Zielstellung

Mikroscanner sind ein weithin bekanntes Beispiel für mechanische optische elektrische Mikrosysteme (MOEMS) mit vielen Anwendungsmöglichkeiten. Am Fraunhofer Institut für Photonische Mikrosysteme (IPMS) werden diese mit elektrostatisch resonantem Antrieb in verschiedenen Ausführungen entwickelt und gefertigt. Betriebsfrequenz und Bewegungsform sind für Bauteile mit resonantem Arbeitsprinzip fest. Für einige Anwendungen ist die Möglichkeit zur Bewegungssteuerung jedoch erstrebenswert oder notwendig. So ist beispielsweise für die Bildprojektion eine linearisierte Scannbewegung vorteilhaft. Das elektrostatisch quasistatische Arbeitsprinzip, bei dem die 3D-Elektrodenkämme außerhalb der Chip Ebene liegen, ist hierfür geeignet. Um Scanner auch weiterhin in bestehender mikromechanischer Planartechnologie fertigen zu können soll das Scanner-Package zukünftig zum Aufbau der dreidimensionalen Antriebselektrodenstrukturen funktionalisiert werden. Der Idee nach werden zunächst alle Chipstrukturen als 2D-Elemente in der Chipebene gefertigt. Anschließend werden bei der Aufbau- und Verbindungstechnik (AVT) 2D-Elemente so aus der Chipebene ausgelenkt und fixiert, dass 3D-Strukturen entstehen. Die Entwicklung eines quasistatischen 2D-Mikroscanners mit 3D-Kammantrieb als System in Package erfolgt im Rahmen des DFG-Graduiertenkollegs "Nano- und Biotechniken für das Packaging Elektronischer Systeme".

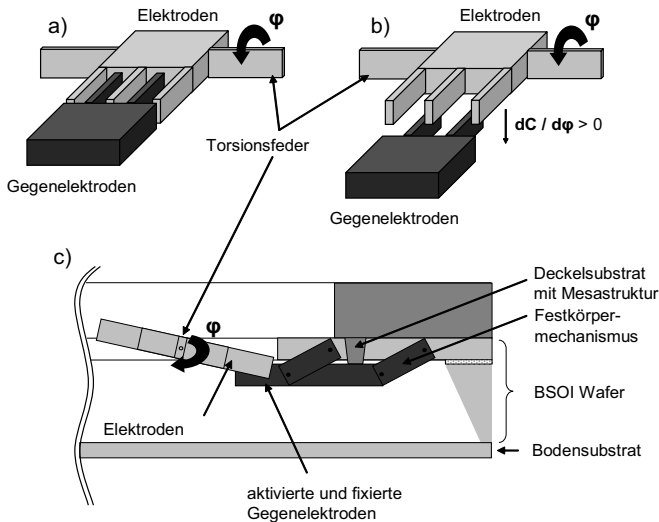
Ergebnisse

Zunächst wurden verschiedene Konzepte zum Aufbau von 3D-Kammantrieben entwickelt. Weiterhin wurden Mechanismen erarbeitet, mit deren Hilfe 2D-Strukturen aus der Chipebene ausgelenkt und durch ein Package fixiert werden können. Parallel dazu wurden verschiedene elektrische, mechanische, statische und dynamische Eigenschaften von Gesamt- und Teilsystemen modelliert. Ein weiterer wesentlicher Schwerpunkt lag auf der Entwicklung und Auslegung erster Teststrukturen. Die Teststrukturen dienen der Modellverifikation so wie zur Durchführung von AVT-Versuchen.

Nach einer ersten Konzept- und Entwurfsphase folgen die Charakterisierung der Teststrukturen, die Durchführung von AVT-Versuchen, Weiterentwicklung und Verfeinerung der Simulationsmethodik und die Modellverifikation. Das übergeordnete Ziel besteht in der Entwicklung eines quasistatischen 2D-Mikroscanners mit 3D-Kammantrieb als System-in-Package Lösung.

Objective

Micro scanners are well known examples for mechanical optical electrical micro systems (MOEMS) with a broad range of applications. At the Fraunhofer Institute for Photonic Micro Systems (IPMS) micro scanners with electrostatic resonant working principle are developed and fabricated.



- a) In Plane Kammelektroden (resonantes Prinzip), b) Out of Plane Elektroden (quasistatisches Prinzip), c) Schema eines Out of Plane Kammantriebs bei dem die Gegenelektroden durch das Deckelsubstrat aus der Chipebene ausgelenkt und fixiert werden.
- a) In Plane Comb Drive (resonant principle), b) Out of Plane Comb Drive (quasi static principle), c) Schematics of an Out of Plane Comb Drive that is both deflected from the chip plane and fixed in position by the cover substrate.

Using the resonant operating principle scanning frequency and trajectory of the scanning device are fixed. For some applications controlling the scanner movement is a critical requirement. In case of video projector, build of a laser scan engine, the linearization of the scan trajectory is desirable. This can be done in using a quasi static working principle, where the counter electrodes of a 3D electrostatic comb drive are positioned outside the chip plane. However, to fabricate such a device in an established micro mechanical planar process the system package can be functionalized. A 3D comb drive then can be created of 2D elements processed in the chip plane. Subsequently to the planar process they are both deflected out of plane and fixed by the package which results in a 3D structure. The development of a 2D micro scanner with a 3D comb drive as a system in package is done within the German Research Association (DFG) graduate school "Nano- and Bio packaging techniques for electronic systems" at the Technical University Dresden (TUD).

Results

At first, different concepts for building up a 3D comb drive where worked out. Furthermore concepts to deploy 3D structures from 2D elements and fix them in place by the package where developed. Important basic electrical, mechanical, static and dynamic system properties were modeled. Another essential part of this work was the conceptual work and development of test structures. These test structures will serve for model verification and for carrying out packaging experiments in current work.

After completion of a first concept and design phase, the characterization of the test structures, further development and verification of simulation models and packaging experiments will follow. The superior goal of current work is the development of a quasi static 2D micro scanner with 3D comb drive as a system in package.

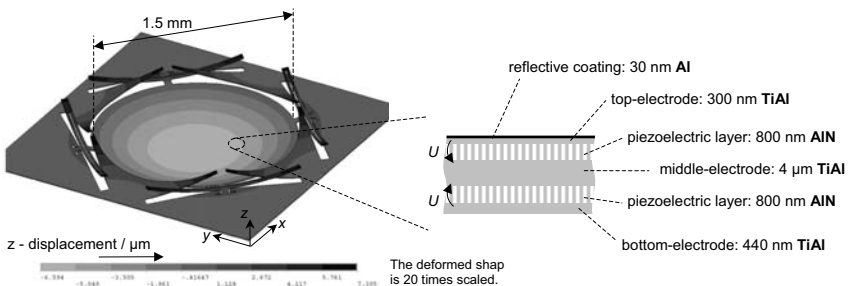
Piezoelektrisch auslenkbarer Mikrospiegel für die aktive Fokusvariation Piezoelectric deformable micro mirror for active focus variation

Projektleiter: Prof. Dr. H. Lakner / DI Th. Klose (Fraunhofer IPMS)
 Bearbeiter: M.Sc. H. Conrad
 Förderer: Fraunhofer IPMS / DFG-Graduiertenkolleg „Nano- und Bio-
 techniken für das Packaging elektronischer Systeme“
 Laufzeit: 01.02.2007 - 31.01.2010

Zielstellung

Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines Mikrobauteils für die aktive Fokusvariation von Licht. Unter Nutzung des transversalen piezoelektrischen Effektes soll eine dünne Spiegelplatte näherungsweise sphärisch verkrümmt und somit einfallendes Licht defokussiert werden. Als piezoelektrisch aktive Schicht ist reaktiv gesputtertes Aluminiumnitrid (AlN) vorgesehen.

Dieser Mikrospiegel kann beispielsweise in Strichcodescannern oder für optische Zoomanwendungen, insbesondere für den IR- und UV- Bereich eingesetzt werden.



FEM-Simulation der Oberflächenverformung
 des Mikrospiegels bei $U = 30$ V
 FEM simulation of the micro mirror surface
 deformation at $U = 30$ V

Schematischer Querschnitt des piezoelektrisch
 deformierbaren Schichtstapels
 Schematic cross section of the piezoelectric
 deformable stack

Ergebnisse

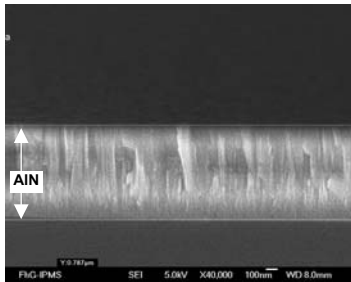
Konzeptionelle Ergebnisse:

- Es wurde ein analytisches Modell zur Berechnung der Auswirkungen von piezoelektrischen, thermischen und intrinsischen Materialspannungen mehrlagiger Platten erstellt und mithilfe von FEM-Rechnungen verifiziert.
- Ein möglichst einfaches Technologiekonzept für die Herstellung des Bauelementes wurde erarbeitet und eine Versuchsplanung mit ersten Testdesigns erstellt.

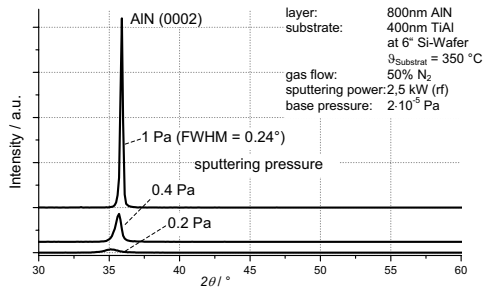
Für eine ausreichend hohe piezoelektrische Materialkopplung müssen die reaktiv gesputterten Aluminiumnitridschichten eine (0002)-Textur, welche orthogonal zur Substratoberfläche orientiert ist, große Körner und geeignete piezoelektrischen Domänen besitzen. Die Verwendung der Schicht innerhalb einer deformierbaren Spiegelplatte bedingt zudem geringe intrinsische Materialspannungen, eine geringe Oberflächenrauigkeit und eine hohe Durchbruchfeldstärke. Für das Erreichen dieser Materialeigenschaften wurde eine Parametervariation bezüglich relevanter Prozessgrößen des reaktiven Sputterprozesses durchgeführt. Es konnte ein Arbeitspunkt gefunden werden, in welchem die benötigte (0002)-Textur der AlN-Schichten mithilfe der Röntgendiffraktometrie nachgewiesen wurde (Bild). In diesem Arbeitspunkt betrug die Oberflächenrauigkeit ca. 3,4 nm (RMS).

Aufgrund der gemessenen intrinsischen Schichtspannungen, welche im GPa-Bereich lagen und der erhöhten Partikelkontaminierung der abgeschiedenen Schichten sind weitere Para-

meterstudien notwendig. Zudem sollen mithilfe von piezoresponse-AFM Messungen die piezoelektrischen Domänen untersucht und die piezoelektrische Materialkopplung über geeignete Biegestrukturen bestimmt werden.



REM- Aufnahme einer gesputterten Aluminiumnitridschicht
REM image of an sputtered aluminium nitride layer



Röntgendiffraktometrischer θ - 2θ Scan von 800 nm dicken AlN-Schichten bei drei Arbeitsdrücken
X-Ray diffraction pattern (θ - 2θ scan) of 800 nm thick AlN layers, coated at three sputtering pressures

Objective

The aim of this project is the development of a micro device for active focus variation of light. A thin mirror plate is supposed to curve, utilising the transversal piezoelectric effect. The incoming light is focused by the nearly spherical shaped and active deformable surface. Aluminium nitride (AlN) is intended as piezoelectric layer.

Such micro mirror can be used for barcode scanner or for optical zoom applications, particularly in the UV- and IR- range.

Results

Conceptual results:

- An analytical approach for the calculation of piezoelectric, thermal and intrinsic material stress of multi layered plates was developed and compared with FEM-simulations.
- A simple technology concept for device fabrication and an experiment strategy, including test designs, were set up.

For adequately high piezoelectric coupling the reactive sputtered aluminium nitride layers need a well defined (0002) texture, which is orthogonally orientated to the substrate plane, showing large grains with appropriate piezoelectric domains. Moreover, the utilisation of these layers within the deformable mirror plate requires a low intrinsic stress, minor surface roughness and a high disruptive strength. A parameter study of the reactive sputtering process was executed to achieve the necessary material properties. An operation point of the sputtering machine, which results in the needed (0002) texture of the AlN layers was determined by using X-Ray diffraction (fig.). At this operation point the coated AlN layers show a surface roughness of approx. 3.4 nm (root mean square).

Because of the measured high intrinsic material stress, which is in the GPa-range and the significant amount of particle generation during the sputtering process a second parameter study of the sputtering process will be performed. Furthermore, piezoresponse-AFM will be applied to determine piezoelectric domains and bending structures will be set up for measuring the piezoelectric coupling coefficients of AlN.

Verkapselungstechnologie für nanophotonische Bauelemente auf Basis von organischen Leuchtdioden

Encapsulation technology for nanophotonic devices based on organic light emitting diodes

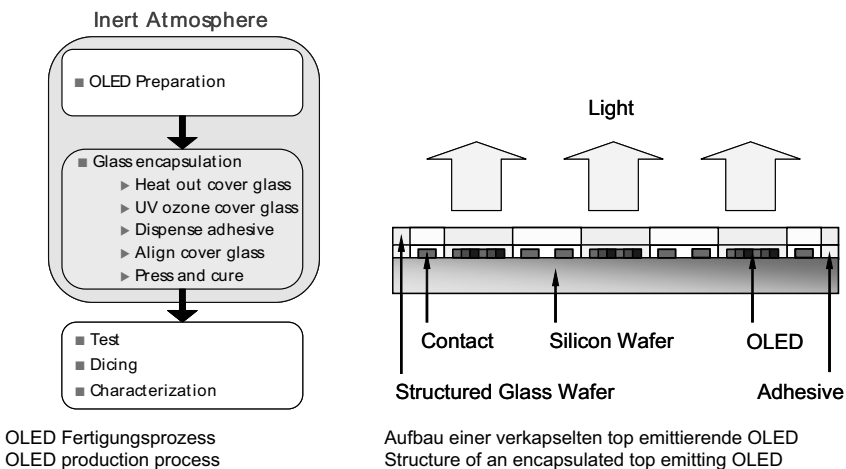
Projektleiter: Prof. Dr. H. Lakner
Bearbeiter: DI C. Schmidt
Förderer: DFG im Graduiertenkolleg „Nano- und Biotechniken für das Packaging Elektronischer Systeme“ (GRK 1401/1)
Laufzeit: 01.03.2007 - 28.02.2010

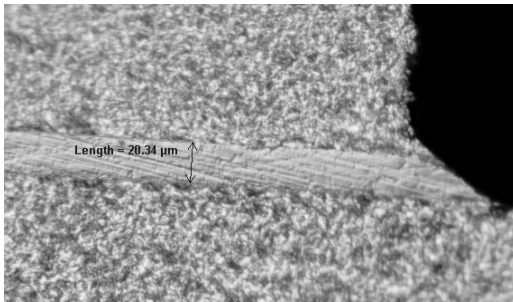
Zielstellung

Organische Leuchtdioden sind sehr empfindlich gegen Sauerstoff und Wasser. Eine dadurch hervorgerufene Degradation kann man mit einer Verkapselung verhindern. Ziel dieses Projektes ist die Entwicklung einer Verkapselungstechnologie auf Waferlevel um den Platzbedarf der Verkapselung, den Arbeitsaufwand (Zeitbedarf) und die Kosten zu verringern. Ausgehend von einem zu erarbeitenden Technologiekonzept ist eine Anlageninvestition zu spezifizieren und durchzuführen. Anschließend ist die Verkapselungstechnologie an Bauelementen zu erforschen, wobei die Verkapselungsqualität, die Integration optischer Funktionen und die Verminderung der Sender-Empfängerkopplung zu untersuchen ist.

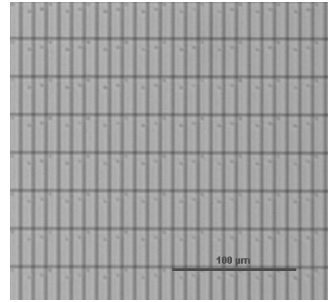
Ergebnisse

Die Grundlage für den Verkapselungsprozess bildet das adhäsive Bonden eines Siliziumwafers mit einem strukturierten Deckglaswafer (s. Bild). Diese gesamte Glasverkapselung ist unter Inertgas durchzuführen, damit der Luftsauerstoff und die Feuchtigkeit die ungeschützten organischen Bauelemente bis zur vollständig abgeschlossenen Verkapselung nicht beschädigen. Das Adhäsiv wird mit UV-Strahlung ausgehärtet und muss infolge des Bauelementeaufbaus (s. Bild) transparent und frei von Blasen und Einschlüssen sein. Erste Experimente des Vakuumbondens auf Chiplevel konnten mit einem eigenen spezifisch angefertigten Werkzeug realisiert werden. Das Ergebnis ist eine blasenfreie Adhäsivschicht von ca. 20 µm Dicke (s. Bild).





Adhesivschichtdicke nach dem Vakuumbondprozess auf Chiplevel (gesägter Querschnitt)
Adhesive layer thickness after vacuum bonding on chip level (diced cross section)



Blasenfrei verkapseltes Mikrodisplay, Sicht durch Deckglas und Adhesiv
Bubble free encapsulated microdisplay, view through cover glass and adhesive

Objective

Organic light emitting diodes are very sensitive to oxygen and water. An encapsulation can prevent degradation due to these substances. This project aims the development of an encapsulation technology on wafer level for reducing the space requirement for the encapsulation, the effort (time need) and the costs.

Based on a technology concept to be developed the equipment has to be specified and its purchasing accomplished. Subsequently, the encapsulation technology has to be investigated on devices, whereas the encapsulation quality, the integration of optical functions and the reduction of transmitter receiver coupling is to be studied.

Results

The adhesive bonding of a silicon wafer with a structured cover glass wafer builds the fundament for the encapsulation process (fig.). This whole glass encapsulation has to be done under inert gas atmosphere to prevent the unprotected organic devices from degradation caused by the oxygen and moisture in the air. The Adhesiv is cured by UV irradiation and has to be transparent and free from bubbles and inclusions due to the device structure (fig.). The first Experiments of vacuum bonding on chip level were done with an own specific tool. The result is a bubble and inclusion free cured adhesive layer of about 20 μm thickness (fig.).

5. Publikationen / Publications

5.1 Zeitschriften, Periodika / Journals, Periodicals

- Dang, X.-D., **Ploetner, M.**, Plieth, W., **Richter, S.**, **Fischer, W.-J.**: Aluminum oxide film as gate dielectric for organic FETs: Anodization and characterization. *phys. stat. sol. (a)*, 2007 (avail. online DOI 10.1002/pssa.200723453).
- Günther, T.W., Hartebradt, M., **Lakner, H.**: Leistungsmessung in öffentlichen Forschungseinrichtungen. *Wissenschaftsmanagement* 1, 2007, 28 – 35.
- Hellriegel, R.**, **Albert, M.**, Hintze, B., Winzig, H., **Bartha, J.W.**: Remote plasma etching of titanium nitride using NF_3 /argon and chlorine mixtures for chamber clean applications. *Microel. Engin.* **84** (2007) 37-41.
- Markwardt, J., **Pfeifer, G.**, Eckelt, U., Reitemeier, B.: Analysis of compilations after reconstruction of bone defects involving complete mandibular resection using finite element modelling. *Onkologie* **30** (2007), 121-6.
- Marschner, U.**, **Fischer, W.-J.**: Indirect Measurement of a Bar Magnet Position Using a Hall Sensor Array, *IEEE Trans. Magnetics* **43** (2007), 2728-2730.
- Menzel, S., Reitz, D., Schmidt, H., **Albert, M.**: Oberflächenwellen-Strukturen in Cu-Damaszentechnologie. *Vakuum in der Forschung u. Praxis*, **19** (2007)4
- Pfeifer G.**, **Starke, E.**, **Fischer W.-J.**, Roscher, K.-U., Landgraf, J.: Sensornetzwerke in faserverstärkten Verbundwerkstoffen mit drahtloser Signalübertragung. *Zt. Kunststofftechnik* 2007, 1-15.
- Reitz, D., Thomas, J., Schmidt, H., Menzel, S., Wetzig, K., **Albert, M.**, **Bartha, J.W.**: Dama-scene technique applied to surface acoustic wave devices. *J. Vac. Sci. Technol.* **B25** (2007), 271-276.
- Richter, K.**, **Kubasch, C.**, **Bartha, J.W.**: Micro-patterned silicon surfaces for biomedical devices. *Plasma Process. Polym.* **4** (2007), 411-415.
- Richter, K.**, Zschätzsch, G., **Bartha, J.W.**: Positive etch profiles in silicon with improved pattern quality. *Plasma Process. Polym.* **4** (2007), 882-886
- Wildenhain, M., **Knobbe, J.**, Gehner, A., Beyerlein, M., Pfund, J.: Adaptiv-optische Abbildungskorrektur mit Wellenfrontsensoren und Mikrospiegelarrays. *Photonik* **3** (2007), 72-75.

5.2 Tagungsbeiträge (gedruckt erschienen) / Proceedings

- Dang, X.-D., Plieth, W., **Richter, S.**, **Plötner, M.**, **Fischer, W.-J.**, Zelenetskaya, K., Jaehne, E., Adler, H.-J.: Organic Field Effect Transistors: Organized structures of thiophene oligomers and polymers on alumina films. *Proc. Int. Conf. Electrified Interfaces, Saboro (J)*, 2007 (als CD).
- Dauderstädt, U., Bakke, T., Dürr, P., Sinning, S., Wullinger, I., Wagner, M., **Lakner, H.**: Charging effects in spatial light modulators based on micromirrors. *Proc. SPIE* **6463** (2007), 64630J-1-9.
- Drabe, C., James, R., Klose, T., Wolter, A., Schenk, H., **Lakner, H.**: A new micro laser camera. *Proc. SPIE* **6466** (2007), 64660I-1-8.
- Dürr, P., Kunze, D., Ludewig, T., Wolschke, S., Dauderstädt, U., Wagner, M., **Lakner, H.**: Methode zur Verbesserung der Planarität von Flächenlichtmodulatoren. *Proc. Mikrosystemtechnik Kongr., Dresden, 2007*, 1061-1064.
- Egloff, T., Grüger, H., Zimmer, F., Schenk, H., Scholles, M., **Lakner, H.**: Neuartiger MST-Ansatz zur Realisierung kostengünstiger Systeme zum Hyperspectral Imaging im NIR. *Tag.-bd. Mikrosystemtechnik Kongr., Dresden, 2007*, 1045-1048.
- Friedrich, S., **Pfeifer, G.**: Einflüsse auf die Laufzeitbestimmung bei der transienten FEM-Simulation von akustischen Sender-Empfänger-Anordnungen. *Tag.-bd. Mikrosystemtechnik-Kongr., Dresden, 2007*, 711-714.

- Grätz, H.; Heinig, A.; Deicke, F.; **Fischer, W.-J.**: ST1- ein freiprogrammierbarer Schaltkreis für 125 kHz Transponderlösungen. Tag.-bd. Mikrosystemtechnik Kongr., Dresden, 2007, 1099-1103.
- Guillén, S., Schelinski, U., **Duzynski, M.**, Nauber, P., Scholles, M.: IEEE 1394 Over Coax Bridge for Digital Multimedia Networks. Tech. Dig. Int. Conf. Consumer Electronics, Las Vegas (US), 2007, 84-643147.
- Jettkant, B., **Marschner, U.**, Orlowski, J., Biskup, K., **Fischer, W.-J.**, Clasbrummel, B.: Loosening Detection of Hip Prosthesis by Vibration Measurement, Proc. 41. DGBMT-Jahrestagg. BMT, Aachen, 2007 (als CD).
- Knobloch, J., **Lakner, H.**, Schenk, H., Wagner, M.: Photonic Microsystems at the Fraunhofer IPMS – a survey. Proc. 22. Symp. Microel. Technol. & Devices, Rio de Janeiro (BR), 2007, (als CD)
- Marschner, U.**, Jettkant, B., Ruwisch, D., **Zhu, Y.**, Grätz, H., **Fischer, W.-J.**, Clasbrummel, B.: FEM Simulation and Wireless Measurement of Hip Prosthesis Vibrations for Loosening Detection, Proc. Europ. Symp. Tech. Aids for Rehabilitation, Berlin, 2007 (als CD).
- Menzel, S., **Hossbach, C.**, Thomas, J., **Albert, M.**, Gemming, T., Stangl, M., Hampel, S.: ALD of Ta-based Adhesion Layers for CNT-Cu Matrix Composite Film Growth. Proc. MRS Spring Meet., San Francisco (US), 2007
- Menzel, S., Reitz, D., **Künzelmann, U.**, **Albert, M.**, **Bartha, J.W.**: Fabrication of Surface Acoustic Wave Structures with buried Copper IDTs using the Copper Damascene Process. Tag.-bd. Int. Conf. Planarization/CMP Technology (ICPT), VDE Verlag (2007), 479-485.
- Nawka, S., Erben, E., **Adolphi, B.**, **Bartha, J.W.**: Characterization of the initial growth of hafnium silicate films in dependence of process parameters and substrate materials. Proc. EMRS Fall-Meet., Warschau (PL), 2007, 87.
- Pfeifer G.**, **Fischer W.-J.**, Roscher, K.-U., **Starke, E.**: Sensornetzwerk im Glasfaser-Polypropylen-Verbundwerkstoff. 11. Dresdner Leichtbausymp., Dresden, 2007, 1.
- Roscher, K.-U., **Fischer, W.-J.**, Grätz, H., Heinig, A., **Pfeifer, G.**, **Starke, E.**: Integrated Sensor Network with Event-Driven Activation for Recording Impact Events in Textile-Reinforced Composites, Proc. Sensors 2007, Atlanta (US), 2007, 128-131.
- Roscher, K.-U., **Fischer, W.-J.**, Landgraf, J., **Pfeifer, G.** and **Starke, E.**: Sensor Networks for Integration into Textile-Reinforced Composites. Proc. Transducer '07 & Eurosensors XXI, Lyon (F), 2007, 1589-1592.
- Sandner, T., Schenk, H., **Lakner, H.**, Kenda, A., Scherf, W.: Einsatz translatorischer MOEMS-Aktoren für FTIR-Spektrometer. Tag.-bd. Mikrosystemtechnik Kongr., Dresden, 2007, 485-488.
- Schenk, H., Drabe, C., Klose, T., Wolter, A., **Lakner, H.**: 2 D-Mikroscanner mit hoher Auslenkung zur Bildaufnahme. Proc. Mikrosystemtechnik Kongr., Dresden, 2007, 509-512.
- Schlenker, L.**, **Hauptenbuchner, B.**: Wissensmanagement in E-Learning. Proc. Symp. eLearning an Hochschulen! - Status Quo und Perspektiven, Dresden, 2007 (auf DVD).
- Schmidt, D.**, **Strehle, S.**, **Albert, M.**, Teichert, S., Hintze, B., Hentsch, W., **Bartha, J.W.**: Ternary Ta(Al)N ALD Films using Tantalum Precursors and TMA as additional Reducing Agent. Proc. AVS ALDConf., San Diego (US), 2007, (avail. online).
- Schmidt, J.-U., Friedrichs, M., Rudloff, D., **Lakner, H.**, Bakke, T., Voelker, B.: Technology development for 1 megapixel-micromirror arrays with high optical fill factor and stable analogue deflection. Tag.-bd. Mikrosystemtechnik Kongr., Dresden, 2007, 115-118.
- Schmidt, J. U. **Knobbe, J.**, Gehner, A., **Lakner, H.**: CMOS integrable micro mirrors with highly improved drift stability. Proc. MEMS adaptive optics, SPIE **6467** (2007), 64670R-1-11.
- Scholles, M., Braeuer, A., Frommhagen, K., Gerwig, C., **Lakner, H.**, Schenk, H., Schwarzenberg, M.: Ultra compact laser projection systems based on two-dimensional resonant micro mirrors. Proc. SPIE **6466** (2007), 64660A-1-12.

- Scholles, M., Frommhagen, K., Gerwig, C., **Lakner, H.**, Schenk, H., Schwarzenberg, M., Bräuer, A.: Miniaturisierte Laserprojektionssysteme basierend auf zweidimensionalen resonanten Mikroscoannerspiegeln. Tag.-bd. Mikrosystemtechnik Kongr., Dresden, 2007, 1025-1028.
- Stangl, M., Acker, J., Hoffmann, V., Wetzig, K., **Künzelmann, U.**, **Bartha, J.W.**: Application of the Copper Damascene Process for the Preparation of Electromigration Test Structures, Tag.-bd. Int. Conf. Planarization/CMP Technology (ICPT), VDE Verlag (2007), 331-336.
- Starke, E., Pfeifer, G.**: Vorausberechnung der akustischen Eigenschaften eines Richtrohr-Mikrofons, Proc. NAFEMS-Sem. Zuverlässiger Einsatz numerischer Simulationsmethoden in der Vorausberechnung, Wiesbaden, 2007, 1-10.
- Starke, E., Pfeifer, G.**: Die Finite-Elemente-Methode als Möglichkeit der effizienten Modellierung elektroakustischer Geräte. Proc. 25th CADFEM Users' Meeting – Int. FEM Technologietage & German ANSYS Conf., Dresden, 2007 (auf CD).
- Strobel, C., Zimmermann, T., Albert, M., Bartha, J.W.**, Beyer, W., Kuske, J.: Investigation on layer properties of amorphous and microcrystalline silicone deposited with moving substrates in combination with a vhf linear plasma source designed for the fabrication of large area devices. Proc. 22nd Europ. Photovoltaic Solar Energy Conf., Maastricht (NL), 2007 (auf CD).
- Wagner, M., Dürr, P., Dauderstädt, U., Gehner, A., Friedrichs, M., Schmidt, J.-U., **Lakner, H.**: Hochauflösende Flächenlichtmodulatoren auf Basis von Mikrospiegel-matrizen. Tag.-bd. Mikrosystemtechnik Kongr., Dresden, 2007, 1053-1056.
- Wildenhain, M., **Knobbe, J.**, Gehner, A., Wagner, M., **Lakner, H.**: AO SLM demonstration system and test bed. Proc. SPIE **6467** (2007), San Jose (US), 2007, 64670E-1-10.
- Wojcik, H.**, Feustel, F., Friedemann, M., Ohsiek, S., Metzger, J., Voss, J., **Bartha, J.W.**, **Wenzel, C.**, **Albert, M.**: A comparative study of thermal and plasma-enhanced ALD Ta-N-C films on SiO₂, SiCOH and Cu substrates. Proc. Int. Interconnect Technol. Conf., San Francisco (US), 2007
- Zaunseider, S., **Fischer, W.-J.**, Poll, R., Netz, S., Rabenau, M.: Prolonged Wearable ECG Monitoring - A Wavelet based Approach. Proc. Sensors 2007, Atlanta (US), 2007, 1197-1200.
- Zimmer, F., Grüger, H., Heberer, A., Sandner, T., Schenk, H., **Lakner, H.**: NIR-Spektroskopie: Entwicklung eines miniaturisierten MOEMS-Spektrometers für den Einsatz im NIR-Bereich. Tag.-bd. Mikrosystemtechnik Kongr., Dresden, 2007, 497-500.
- Zimmer, F., Heberer, A., Sandner, Th., Grüger, H., Kenda, A., Schenk, H., **Lakner, H.**: Investigation and characterization of high-efficient NIR- scanning gratings used in NIR-microspectrometer. Proc. SPIE **6466** (2007), 646605-1-10.

5.3 Vorträge und Poster (ohne Abdruck) / Other Orals and Poster Presentations (without print)

- Adolphi, B., Marschner, U.**, McCord, J., Schäfer, R., Renner, A., **Merkel, U.**, **Wenzel, C.**, Neubert, H., **Fischer, W.J.**: Magnetic Properties of Sputtered Galfenol Thin Films Depending on the Orientation Between Magnetic Field and Applied Stress. U.S. Navy Workshop on Acoustic Transduction Materials and Devices, College State Pennsylvania (**US**), 2007.
- Albert, M.**: Atomlagenabscheidung (ALD) mit der Clusteranlage FHR – ALD 300. Silicon Saxony Tag, Dresden, 2007.
- Bartha, J.W.**: 3D Integration – Der Ausweg zur Fortsetzung des Mooreschen Gesetzes? 11. Handelsblatt Jahrestag. Halbleiter-Industrie 2007, Dresden, 2007
- Fischer, W.-J.**: Systemlösungen mit Transpondern. Silicon Saxony, Arbeitskreis RFID, Dresden, 2007.

- Hoßbach, C., Albert, M.,** Teichert, S., Hintze, B., Mühle, U., Wilde, L., **Bartha, J.W.:** Plasma-Enhanced Atomic Layer Deposition of High Quality Tantalum Carbonitride Thin Films. AVS ALD Conf., San Diego (US), 2007
- Lakner, H.:** Microsystems for photonic applications. International Students and Young Scientists Workshop on "Photonics and Microsystems", Dresden, 2007.
- Lakner, H.:** Photonic microsystems: Innovation high lights made in Germany. Invest in Germany Business Luncheon at SPIE Photonics West, San Jose (US), 2007.
- Lakner, H.:** Intelligenter Lichteintrag in Photoreaktoren. Zukunftsworkshop im Rahmen des Mikrosystemtechnik-Kongresses : Mikrotechniken für eine effiziente Bioenergieerzeugung, Dresden, 2007.
- Marschner, U.:** Indirekte Messung der Position eines Stabmagneten mit Hilfe der Hallzeile HLA32, 5. Workshop AG Physikalische Simulation, FhG IPMS Dresden, 2007.
- Menzel, S., **Hossbach, C.,** Thomas, J., **Albert, M.,** Gemming, T., Stangl, M., Hampel, S.: ALD of Ta-based Adhesion Layers for CNT-Cu Matrix Composite Film Growth. Proc. MRS Spring Meet., San Francisco (US), 2007
- Novodvorsky, O.A.,** Panchenko, V.Ya., Khramova, O.D., Gorbatenko, L.S., Cherebilo, Ye.A., Batishev, G.A., **Wenzel, C., Bartha, J.W., Hiemann, H.,** Bublik, V.T., Chitchebatchev, K.D.: Laser Plasma Deposition of thin ZnO films, doped by nitrogen. Int. Conf. Micro- & Nano-Electr., Zvenigorod (RU), 2007.
- Novodvorsky, O.A.,** Panchenko, V.Ya., Sokolov, V.I., Khramova, O.D., Gorbatenko, L.S., Cherebilo, Ye.A., Batishev, G.A., **Wenzel, C., Bartha, J.W., Hiemann, H.,** Bublik, V.T., Chitchebatchev, K.D.: Structural characteristics and photoluminescence spectra of ZnO films produced by pulsed laser deposition. ICONO/LAT-2007, Minsk (BY), 2007
- Plötner, M.,** Wegener, T., **Richter, S.,** Howitz, S., **Fischer, W.-J.:** Tintenstrahldruck von P3OT für organische Feldeffekttransistoren. DFG-Kolloquium Organische Feldeffekttransistoren, Bad Honnef, 2007.
- Richter, S., Plötner, M., Fischer, W.-J.,** Dang, X.-D., Plieth, W.: Organische Feldeffekttransistoren auf flexiblen Substraten. Proc. 71st Annual Meet. DPG, Regensburg, 2007
- Roscher, K.-U., **Fischer, W.-J.,** Grätz, H., Heinig, A., **Pfeifer, G., Starke, E.:** Integriertes Sensornetzwerk zur Erfassung von Stoßvorgängen in Faserverbundwerkstoffen. Mikrosystemtechnik-Kongress, Dresden, 2007.
- Roscher, K.-U., **Fischer, W.-J., Pfeifer, G., Starke, E.:** Structure-Integrated Sensor Networks in Textile-Reinforced Composite Components. 3rd Dresden Airport Sem., Dresden, 2007.
- Schlenker, L., Hauptenbuchner, B.,** Eisenreich, Th.: Wissensmanagement am Beispiel einer fachlich regionalen Wissens- und Servicebasis für eLearning. 5. Workshop on e-Learning, Leipzig, 2007.
- Starke, E.:** Effiziente Simulation elektromechanischer Systeme. Koll. Elektromech. Systeme, Dresden, 2007.
- Starke, E.:** Effiziente Simulation für den Entwurf und die Optimierung elektroakustischer Geräte: FE-Methoden und Kombinierte Simulation. Workshop K+H Vertriebs- und Entwicklungsges. mbH, Wedemark, 2007.

5.4 Patente / Patents

- Menzel, S., Schmidt, H., **Albert, M.,** Wenger, C.: Akustisches Oberflächenwellenbauelement und Verfahren zu dessen Herstellung. DE 102 16 559.9

5.5 Forschungsberichte / Research Reports

Fischer, W.-J., Pfeifer, G., Roscher, K.-U., **Starke, E.:** Abschlussbericht der 1. Projektphase 2004-2007 des Teilprojekts D3 „Integrierte Drahtlose Sensornetzwerke“ im DFG Sonderforschungsbereich 639 „Textilverstärkte Verbundkomponenten für funktionsintegrierende Mischbauweisen bei komplexen Leichtbauanwendungen“, TU Dresden, 2007.

Marschner, U., Pankevych, I., Guderian, F., **Li, F., Fischer, W.-J.:** Abschlußbericht des Teilvorhabens „Untersuchungen zur Datenkomprimierung und Software Basisstation“ im SAB-Verbundprojekt „Multisensorielles System zur Detektion komplexer biomedizinischer Daten und deren telemedizinischer Übertragung (MUSE-TELEMED)“, TU Dresden, 2007

Pfeifer, G., Starke, E.: Jahresabschlussbericht „Simulation elektroakustischer Wandler“, Sennheiser electronic GmbH & Co. KG, 2007.

Plötner, M., Richter, S., Fischer, W.-J., Dang, X.-D., Plieth, W., Zelenetskaya, K., Jähne, E., Adler, H.-J.: Entwicklung organischer Feldeffekttransistoren auf flexiblen Schaltungsträgern auf Basis von Thiophenderivaten. Abschlußbericht zur 3. Förderperiode des Vorhabens im DfG-Schwerpunktprogramm 1121 „Organische Feldeffekttransistoren“. TU Dresden, 2007

Wenzel, C., Richter, K., Klaus, C.: Schlussbericht zum SAB-Verbundprojekt "Laserstretching in optofluidischen Mikrosystemen: Ein neues Verfahren zur Zelldiagnose und Zellseparation im Life-Science-Bereich". FKZ 10479/1519, Teilvorhaben „Expertensystem zur Fertigung von Abformstrukturen durch reaktives Silizium-Tiefenätzen und Entwicklung von Softwaremodulen“. TU Dresden, 2007



MIERDEL-Bau mit Reinraumgebäude



Reinraumgebäude am MIERDEL-Bau

6. Mitarbeit in Gremien / Cooperation in Committees

AMA Fachverband für Sensorik e.V.

Prof. Fischer: institutionell

Deutsche Forschungsgemeinschaft

Prof. Bartha: Mitglied des Fachkollegiums Elektrotechnik

Dresdner Materialforschungsverband e.V.

Prof. Fischer: Mitglied des Vorstandes

Europäische Fördergemeinschaft Dünne Schichten

Dr. Wenzel: Mitglied

Fördergemeinschaft "Dünne Schichten" e.V.

Dr. Wenzel: institutionell

Silicon Saxony e.V.

Prof. Bartha: Gründungsmitglied und Vertreter der TUD

Prof. Bartha: Leiter AK F&E

Verein zur Förderung europäischer und internationaler wissenschaftlicher Zusammenarbeit e. V., Brüssel/Bonn

Prof. em. Drescher: Mitglied des Beirats

Vereinigung der ehemaligen Stipendiatinnen und Stipendiaten der Kulturstiftung Dresden der Dresdner Bank

Dr. Marschner: Mitglied

Fakultätsrat der TUD

Prof. Bartha: Mitglied

Konzip der TUD

Prof. Bartha: Mitglied

Bibliothekskommission der TUD

Prof. Bartha: Mitglied

Journal of the Electrochemical Society

Prof. Bartha: Gutachter

Sensors and Actuators

Prof. Fischer: Gutachter

AEC/APC Europe

Prof. Bartha: Member of the program Committee

Dresdner Sommerschule Mikroelektronik

Prof. Bartha: Organisationskomitee

Handelsblatt Tagung Halbleiterindustrie

Prof. Bartha: Tagungsleiter

International Conference on Planarization/CMP Technology

Prof. Bartha: Member of the program Committee

IEEE Conference on Polytronic

Prof. Fischer: Member of the program Committee

IITC International Interconnect Conference

Prof. Bartha: Member of the program Committee

International Nanotechnology Conference on Communication and Cooperation

Prof. Lakner: Committee Member

Mikrosystemtechnik Kongress

Prof. Lakner: Programme Committee Member and Co-Chairman

IWFIP International Workshop on Future Information Processing Technologies

Prof. Bartha: Member of the program Committee

Carinthian Tech Research CTR AG in Villach/Austria

Prof. Lakner: Member of the supervisory board (Aufsichtsrat)

Fraunhofer Gesellschaft Center Nanoelectronic Technologies

Prof. Bartha: Mitglied Steering Committee

Fraunhofer Microelectronics Group

Prof. Lakner: Stellvertretender Sprecher

Prof. Fischer: Leiter Business Development Team "Medical Engineering"

Nano Materials Lab gGmbH

Prof. Bartha: Mitglied Wissensch. Beirat

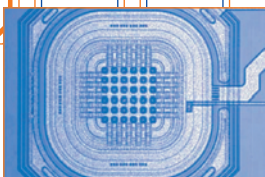
SIB Innovations- und Beteiligungsgesellschaft mbH

Prof. Bartha: Beiratsmitglied

Impressum

Herausgeber:	Technische Universität Dresden Institut für Halbleiter- und Mikrosystemtechnik
Redaktion:	Dr. M. Plötner, Dr. Ch. Wenzel
Umschlaggestaltung:	Universitätsmarketing
Gesamtherstellung:	addprint AG Bannewitz

JOIN THE XPERTS



X-FAB Semiconductor Foundries AG ist ein weltweit agierendes Halbleiterunternehmen mit Hauptsitz in Erfurt. X-FAB fertigt als sogenannte **Foundry** Siliziumwafer für analog-digitale integrierte Schaltkreise (mixed-signal ICs) im Kundenauftrag.

Signale aus der realen analogen Welt, wie Licht, Temperatur oder Geschwindigkeit, zur digitalen Weiterverarbeitung aufzubereiten oder digitale Signale in analoge umzuwandeln, das ist die Aufgabe von **mixed-signal** Chips, auf die X-FAB sich spezialisiert hat. Mit der Entwicklung leistungsfähiger Halbleiterprozesse zur Fertigung von integrierten Schaltkreisen, einem umfangreichen Serviceangebot sowie erstklassiger technischer Unterstützung ist die X-FAB Gruppe zu einem weltweit führenden Unternehmen im Halbleitermarkt geworden.

Produkte, die mit Hilfe von X-FAB-Technologien gefertigt werden, kommen hauptsächlich in den Bereichen Automobilindustrie, Konsumgüter, Industrie und Medizintechnik zum Einsatz.

In Deutschland beschäftigt X-FAB derzeit ca. 1000 hoch qualifizierte Mitarbeiter, weltweit sind es rund 2600 an unseren fünf Standorten in Erfurt, Dresden, Plymouth (GB), Lubbock, Texas (USA) und Kuching, Sarawak (Malaysia).

Haben wir Sie neugierig gemacht?

Sind Sie Absolvent/in der Studienrichtungen

- > **Physik**
- > **Elektrotechnik**
- > **Mechatronik**
- > **Verfahrenstechnik**

und suchen Sie ein spannendes und innovatives Arbeitsumfeld? Dann sind Sie genau richtig bei uns!

Informieren Sie sich über unsere offenen Stellen unter www.xfab.com



... BECAUSE THE
WORLD IS ANALOG.

FHR Anlagenbau GmbH

FHR Anlagenbau GmbH ist ein innovativer, sächsischer Hersteller von Ausrüstungen und Dienstleistungen für Schichttechnologien mit umfassenden Referenzen für Projekte im Bereich der Forschung und Entwicklung und der industriellen Produktion. FHR kooperiert mit den Ausrüstungsherstellern DME, FLOWLINK, ANNEALSYS und TYSTAR.

Informieren Sie sich über unser umfassendes Leistungsangebot auf unserer Homepage:

www.fhr.de

Wir danken dem Institut für Halbleiter- und Mikrosystemtechnik der TU Dresden für jahrelange vertrauensvolle wissenschaftlich-technische Zusammenarbeit

FHR Anlagenbau GmbH
Am Hügel 2
01458 Ottendorf-Okrilla

Tel: 03 52 05 - 52 00
Fax: 03 52 05 - 5 20 40
Web: www.fhr.de



Verfahren und Ausrüstungen aus einer Hand

In-line Anlagen,
Clusteranlagen,
Folienbeschichtungsanlagen,
Stand-alone
Anlagen für:

- PVD
- PECVD
- RIE/PE
- RTP
- ALD

- Sputter- und Plasmaquellen
- Gasregeltechnik
- Hochqualitative Sputtertargets und Targetbonden